

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



ZAVRŠNI RAD

Ivan Džolan

Zagreb, 2017

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU FAKULTET STROJARSTVA I
BRODOGRADNJE**



ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Dr. sc. Biserka Runje, dipl. ing

Student:

Ivan Džolan

Zagreb, 2017



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomске ispite
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **IVAN DŽOLAN**

Mat. br.: 0035192371

Naslov rada na
hrvatskom jeziku: **UPRAVLJANJE RIZICIMA**

Naslov rada na
engleskom jeziku: **RISK MANAGEMENT**

Opis zadatka:

ISO organizacija je objavila novu verziju norme ISO 9001:2015. Novim izdanjem došlo je, između ostalog, do značajnih izmjena vezanih na upravljanje rizicima. S ciljem detaljnijeg upoznavanja s novim pojmom kao i aktivnostima vezanim na sustavni pristup upravljanju rizicima u radu je potrebno:

1. Analizirati zahtjeve za procjenom rizika sukladno normi ISO 9001:2015.
2. Dati tumačenje pojmova, postupaka i metoda u procesu upravljanja rizikom sukladno normama ISO 31000:2009 i ISO 31010:2009.
3. Za odabrane primjere provesti procjenu rizika s posebnim osvrtom na metodu Monte Carlo simulacija.

Zadatak zadan:
24. travnja 2017.

Rok predaje rada:
2. rok (izvanredni): 28. lipnja 2017.
3. rok: 22. rujna 2017.

Predviđeni datumi obrane:
2. rok (izvanredni): 30. 06. 2017.
3. rok: 25.9. - 29. 09. 2017.

Zadatak zadao:

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Biserka Runje

Izv. prof. dr. sc. Branko Bauer

SARŽAJ

1. Uvod	1
1.1 Definicija rizika	1
1.2 Podjela rizika	3
1.3 Općenito o ISO normi	5
1.4 ISO 9000	6
1.5 ISO 9001:2015 [5]	7
1.5.1 Procesni pristup [5]	8
1.5.2 Pregled točaka norme ISO 9001:2015 koje definiraju rizik [6]	12
2. Upravljanje rizicima	15
2.1 Norma ISO 31000:2009	18
2.2 Komunikacija i konzultacija	20
2.3 Utvrđivanje konteksta	20
2.4 Procjena rizika	23
2.4.1 Kvantitativni pristup procjeni rizika	23
2.4.1.1 Matrica pred definiranih vrijednosti	23
2.4.1.2 Rangiranje prijetnji prema procjeni rizika	25
2.4.1.3 Procjena vrijednosti ostvarenja i mogućih posljedica	27
2.4.1.4 Odvajanje prihvatljivih i neprihvatljivih rizika	28
2.4.2 Kvalitativni pristup procjeni rizika	28
2.4.2.1 Modificirana metoda za kvalitativnu procjenu rizika	29
2.4.3 Norma ISO 31010:2009	31
2.4.3.1 Analiza utjecaja i posljedica pogrešaka (FMEA)	32
2.4.3.2 Metoda analize utjecaja na poslovanje (BIA)	34
2.4.3.3 Brainstorming	35
2.5 Obrada rizika	37
2.6 Nadzor i preispitivanje	40
3. Primjena Monte Carlo simulacije	41
3.1 Općenito o Monte Carlo metodi	41
3.2 Primjena Monte Carlo simulacije: Primjer 1	42
3.2.1 Generiranje slučajnih ulaza	43
3.2.2. Analiza podataka	44

3.3 Primjena Monte Carlo simulacije: Primjer 2.....	47
4. Zaključak	50
5. Literatura.....	51

Popis slika:

Slika 1. 1 Proces nastanka i upravljanje rizikom	1
Slika 1. 2 Razvoj ISO norme	6
Slika 1. 3 Slikoviti prikaz elemenata procesa.....	8
Slika 1. 4 Prikaz strukture ove međunarodne norme u PDCA ciklusu	9
Slika 1. 5 Sustav upravljanja rizicima i sustav upravljanja kvalitetom [13]	11
Slika 2. 1 Integracija rizika u organizaciji [8].....	15
Slika 2. 2 Proces upravljanja rizicima prema ISO 31 000 [18].....	19
Slika 2. 3 Distribucija funkcije za procjenu rizika [10]	24
Slika 2. 4 Kumulativna distribucija funkcije za procjenu rizika [10].....	25
Slika 2. 5 Distribucija funkcije za procjenu rizika [10]	26
Slika 2. 6 Kumulativna distribucija funkcije za procjenu rizika [10].....	26
Slika 2. 7 Distribucija funkcije za procjenu rizika – modificirana metoda [10].....	30
Slika 2. 8 Kumulativna distribucija funkcije za procjenu rizika – modificirana metoda [10]	30
Slika 2. 9 FMEA metoda [15]	34
Slika 2. 10 Brainstormig mapa [14]	36
Slika 2. 11 Obrada rizika [18]	37
Slika 3. 1 Sklop proizvoda	42
Slika 3. 2 Histogram frekvencija-rezultirajuća vrijednost R	44
Slika 3. 3 Kumulativni histogram za rezultirajuću vrijednost	45
Slika 3. 4 Kvadrat stranice 1cm x 1cm	47
Slika 3. 5 Upisana kružnica unutar kvadrata	47

Popis tablica:

Tablica 1. 1 Mjesta i uloga rizika u normi ISO 9001:2015.....	10
Tablica 2. 1 Matrica pred definiranih vrijednosti	24
Tablica 2. 2 Rangiranje prijetnji prema procjeni rizika [10].....	25
Tablica 2. 3 Matrica za procjenu rizika [10].....	27
Tablica 2. 4 Matrica za odvajanje prihvatljivih i neprihvatljivih rizika [10]	28
Tablica 2. 5 Modificirana matrica za procjenu rizika [10].....	29
Tablica 2. 6 Popis metoda za procjenu rizika	32

SAŽETAK

Tema završnog rada je „Primjena Monte Carlo simulacija u procjeni rizika“. U ovom radu objašnjeno je što je to ISO norma, te koje su njene prednosti i nedostaci. Također je dan pregled norme ISO 9001:2015.

Nadalje, definirano je upravljanje rizikom normom ISO 31000:2009, te definirane su metode procjene rizika sukladno normi ISO 31010:2009, . Uz pomoć tih metoda želi se poboljšati upravljanje i kontrola sigurnosti rizika u poslovanju.

Na kraju je dan primjer analize rizika primjenom Monte Carlo simulacije koja je statistička simulacija povezana sa slučajnim događajima.

Ključne riječi: rizik, ISO 9001, ISO 31010, metoda, Monte Carlo simulacija

SUMMARY

The theme of the dissertation is "Application of Monte Carlo simulation in risk assessment". In this paper we describe what ISO standard is, and what are its advantages and disadvantages. It also gives an overview of the ISO 9001: 2015

Furthermore, guidelines on risk management in accordance with ISO 31000:2009, and methods of risk assessment in accordance with ISO 31010: 2009. With the help of these methods aims to improve the management and control of security risks in business.

At the end is an example of a risk analysis using Monte Carlo simulation, which is a statistical simulation associated with random events.

Key words: risk, ISO 9001, ISO 31010, method, Monte Carlo simulation

1. Uvod

1.1 Definicija rizika

Analiza rizika i menadžment rizika nije jako razvijen u obliku računalnih softvera koji bi nam na lak način mogli dati željene odgovore kao u nekim drugim granama menadžerstva i znanosti uopće. Identifikacija rizika je općenito veoma težak proces, naročito na početku bilo kojeg projekta. Isto tako malo nam mogu koristiti iskustva nekih drugih ranijih projekata koji su možda slični sadašnjem projektu koji započinjemo. Većina identificiranih mogućih rizika je uglavnom preširokog značenja da bi nam informacije o njima bile od koristi. Primjer je „greška može naštetiti ugledu firme“ ili „curenje podataka može dovesti do ozbiljnih problema“ nisu nam dovoljno dobri da bi se vidjeli ključni problemi.

Rizik, kao pojam je raširen i česta je tema diskusija, razmatranja i proučavanja i kao takav dio svakodnevnice. Svakodnevna izloženost toj problematici stoga predstavlja nezaobilaznu činjenicu. Pojam rizika se može razmatrati na puno načina, primjerice od teorijske diskusije, do aktualne i praktično-uzročno posljedične činjenice. Ako govorimo o teoriji, onda rizik može biti vrlo relativan pojam, kao npr. u padobranstvu, ronjenju, automobilizmu ili sličnim aktivnostima. U takvim situacijama je bitno sagledati više aspekata, npr. bavi li se određenim aktivnostima amaterski ili profesionalno, kakvi su uvjeti, kakva je oprema i njene mogućnosti i dr. U takvim diskusijama kao rezultat analize mogu se dobiti vrlo različiti odgovori, a konkretan odgovor obično izostane. Rizik kao takav je nečime uzrokovan i isto tako ima svoju posljedicu.

Rizici su svakodnevna problematika strateškog menadžmenta, razvoja novih proizvoda i usluga, planiranja procesa. Proizlaze iz raznih razloga, a najviše zbog brzih i čestih promjena koje dovode do nesigurnosti u odlučivanju. Tu se pojavljuje pojam nesigurnosti koji kao pojava ima značajan utjecaj jer je teško mjerljiva i ne prikaziva nekom bliskom i razumljivom mjernom jedinicom. Stoga se uvodi pojam rizika koji mjerljiv u obliku vjerojatnosti [%]. Moguće je reći kako rizik predstavlja jedinicu nesigurnosti, a obzirom da se može mjeriti, istim je onda moguće upravljati.



Slika 1. 1 Proces nastanka i upravljanje rizikom

Upravljanje rizicima, koja se opisuju normom ISO 31000:2009, a koja će biti obuhvaćena ovim radom, upravlja se nesigurnostima koji bi mogli dovesti do loših posljedica, a ukoliko se ne upravlja, moglo bi doći do neostvarenja postavljenih ciljeva, npr. zbog loše kvalitete, kašnjenja, viših troškova i drugih negativnih rezultata. Premda bi se za sam proces upravljanja trebala uložiti neka određena sredstva (vrijeme, financije, ljudski kapaciteti i sl.) i ako postoji svijest da rizik postoji, tj. poznate vrijednosti istoga, u konačnici se ulog isplati jer se dobije veća vjerojatnost pozitivnog ishoda zadanog cilja. Sa svakom novom izvršenom analizom prikupljamo podatke, znanja i iskustva koji bi nam kasnije mogli koristiti da lakše upravljamo nesigurnostima i time uz minimalna ulaganja uz veću sigurnost ostvarimo zadane ciljeve.

U poslovnom svijetu rizik se ponekad predstavlja kao šansa i ne mora uvijek imati negativan predznak jer u konačnici može završiti pozitivnim ishodom i izvršenju zadanih ciljeva. Česta je uzrečica: „Tko ne riskira, ne profitira.“ ili „Bez rizika nema zarade.“ Primjer toga je pojava novih proizvoda koji se prvi put pojavljuju na tržištu, za koja su potrebna ulaganja, dugi vremenski periodi za istraživanje i razvoj, a postoji rizik prihvaćenosti proizvoda, ali ukoliko se uspije, to obično znači dobra zarada i probijanje na tržište. Stoga rizik ne mora imati uvijek negativan predznak, već se i uz rizik mogu ostvariti dobri rezultati.

U završnom radu objašnjeno je što je to ISO norma te koje značenje u procjeni rizika ima norma ISO 9001:2015. Nadalje se definiraju metode procjena i upravljanja rizikom sukladno normama ISO 31000:2009 i ISO 31010:2009, te primjenom Monte Carlo simulacije, jednog od alata za procjenu rizika riješen je jedan primjer. Metoda Monte Carlo se u postupku procjenjivanja rizika temelji na generiranju slučajnih brojeva iz funkcije gustoće vjerojatnosti za svaku ulaznu veličinu i stvaranju odgovarajuće vrijednosti izlazne veličine.

1.2 Podjela rizika

Rizik je potencijal da se ostvari dobitak ili gubitak neke vrijednosti (najčešće finansijski gubici), situacija u kojoj postoji mogućnost negativnog odstupanja od željenog ishoda kojem se teži.

Rizik je prisutan u mnogim različitim disciplinama od osiguranja, inženjerstva do teorije portfelja, a nije iznenađujuće što svaki od tih područja rizik definira na različit način. Vrijedno je osvrnuti se na neke razlike:

- a) **Rizik u odnosu na Vjerojatnost:** Dok se neke definicije rizika svode na vjerojatnost moguće pojave određenog događaja, mnogo opsežnija definicija objedinjuje vjerojatnost događaja koji nastaje i moguće posljedice toga događaja. Npr. vjerojatnost da se dogodi potres je mala, što znamo da bi rizik od potresa bio relativno mali, ali posljedice koje mogu biti toliko su katastrofalne dovode to toga da je potres zapravo događaj visokog rizika.
- b) **Rizik u odnosu na Prijetnju:** U nekim disciplinama postoji kontrast između rizika i prijetnje. Prijetnja se definira kao događaj male vjerojatnosti sa velikim negativnim posljedicama, gdje se analizom možda ne bi mogla odrediti kolika je ta vjerojatnost. S druge strane, rizik je definiran kao događaj visoke vjerojatnosti, gdje postoji dovoljno informacija da se napravi procjena vjerojatnosti i mogućih posljedica.
- c) **Svi ishodi u odnosu na Negativne ishode:** Neke definicije rizika nastoje fokusirati samo na negativne strane scenarija, dok druge nastoje razmotriti mnogo više varijabli kao rizik. U inženjerstvu, rizik je definiran ako produkt vjerojatnosti pojave događaja i procjene očekivanih negativnih posljedica nastalog događaja.
$$\text{Rizik} = \text{Vjerojatnost nastanka nesreće} \times \text{Posljedice događaja (gubitak novca, smrt zaposlenika)}$$

Rizik je kombinacija vjerojatnosti događaja i negativnih posljedica.

$$\text{RIZIK} = f(\text{događaja, vjerojatnosti događaja, posljedica događaja})$$

Postoje razne vrste rizika, a jedna od općih podjela je:

- **Financijski** (s finansijskim posljedicama) i **nefinancijski**
- **Statički** (prisutni bez obzira na promjene) i **dinamički**
- **Osnovni** (nevezani za osobu) i **posebni** (pojedinačna odgovornost)
- **Jasni i osigurivi** - osobni – životno osiguranje
 - imovinski – direktni i indirektni
 - odgovornosti – namjerne štete i propusti drugih
- **Špekulativni** (postoji vjerojatnost gubitka i dobitka) – kockanje, klađenje, investicije

U poslovnom sustavu postoje specifičnosti rizika, pa je jedna od mogućih podjela poslovnih rizika sljedeća:

- **Strateški** – najčešće vezano uz strategiju poduzeća, ali i osobnu
 - mogu imati teške posljedice, kao npr. propast poduzeća ili osobni bankrot
- **Poslovno – financijski** – oni koji utječu na posao i financije (kao npr. tržišni i kreditni)
- **Programsko – projektni** – slaba definiranost (svrhe, opsega posla, termina, troškova i sl.) previše projekatata, vanjski suradnici, nekvalitetna komunikacija, nedostatak podrške višak rukovodstva, itd.
- **Operativni** – greške upravljanja, računalna greška, ljudska greška, greška u procesu i proceduri
- **Tehnički** – novi proizvodi, nove tehnologije, greška u konstrukciji, materijali
- **Vanjski** – politički, lokalna zajednica, utjecaj dioničara
- **Zaštita okoliša** – dozvole, promjena uvjeta okoline, nedostatak stručnjaka po nekom pitanju zaštite okoliša, zeleni
- **Organizacijski** – gubitak značajnog osoblja, dodatne potrebe osoblja, čekanje odobrenja, nedostatak vremena za kvalitetno planiranje, promjena prioriteta, nerazumljivost (procedure, odgovornosti)

1.3 Općenito o ISO normi

Međunarodna organizacija za standardizaciju, ISO (International Organisation for Standardisation), je najveća nezavisna, ne vladina svjetska institucija za razvoj standarda u kojoj članstvo imaju 163 zemlje, na način da jedna zemlja predstavlja jedan član.

Počela je sa djelovanjem 1947. godine u Bruxellesu. Jedino područje koje ISO ne pokriva je područje elektrike i elektronike. To područje pokriva IEC (International Electrotechnical Commission) koja je također članica ISO. Do danas je ISO objavio preko 19.000 međunarodnih normi koje skoro u potpunosti pokrivaju područje tehnologije i proizvodnje.[1]

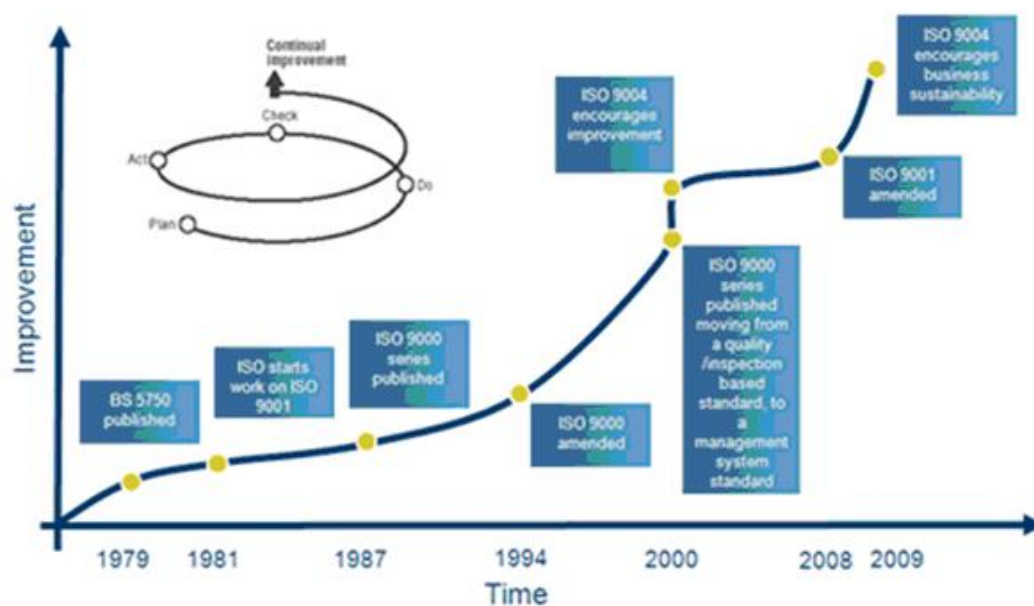
Hrvatski zavod za norme (HZN) osnovala je Vlada Republike Hrvatske u listopadu 2004. godine (Uredbom o osnivanju Hrvatskog zavoda za norme (Narodne novine 158/2004 i 44/2005)) na temelju Zakona o normizaciji (Narodne novine 163/2003) kao nacionalno normirno tijelo Republike Hrvatske. Osnivanje HZN-a kao javne ustanove izvan sustava državne uprave dio je procesa usklađivanja infrastrukture za kvalitetu Republike Hrvatske sa zahtjevima za članstvo u Europskoj uniji i jedan od rezultata odvajanja funkcija u skladu s donesenim zakonima. [2]

ISO norme, ako se pravilno implementiraju, trebale bi dovesti do povećanja produktivnosti poduzeća, osiguranje kvalitetnih procesa proizvodnje i usluga, veće zadovoljstvo kupaca, smanjenje pogrešaka što dovodi do smanjenja gubitaka i troškova i povećanjem krajnje dobiti, te se također vodi veća briga o okolišu, što je u današnje vrijeme izuzetno važna stavka s obzirom na to da su neke vlade počele provoditi strože mjere zaštite okoliša.

1.4 ISO 9000

9000 je redni broj u registru ISO- normi, a odnosi se na grupu normi vezanih uz kvalitetu (9000, 9001, 9004, 1001 1..itd.). ISO-9000 je dakle naziv za grupu normi koje koristimo kada želimo općenito reći da se radi o normama kvalitete. [3]

ISO-9000 prvi put je objavljena 1987. koja se bazirala na BS 5750 seriji za standardizaciju od strane BSI (British Standards Institution), no korijeni sežu oko 20. godina prije toga. Norme za kvalitetu proizvoda potječu iz SAD-a gdje su već pedesetih godina postojali visoki zahtjevi za kvalitetu u vojnom području. Razvoj je započeo 1963. godine normom MIL-a 9589, a kasnije se iz te norme razvio NATO pravilnik, iz kojeg je njegovom „preradom“ 1974. nastao BS 5179 koji na kraju postaje BS 5750. BS 5750 je postao temelj za daljnji razvoj normi za upravljanje kvalitetom. Danas su najčešći u uporabi sustavi upravljanja koji su razvijeni od strane ISO. [1][4]



Slika 1. 2 Razvoj ISO norme

ISO 9000 serija standarda sastoji se od četiri pripremna standarda [1]:

- 1) ISO 9000 – Sustav upravljanja kvalitetom: osnove i rječnik;
- 2) ISO 9001 – Sustav upravljanja kvalitetom: zahtjevi;
- 3) ISO 9004 – Sustav upravljanja kvalitetom: smjernice za poboljšavanje;
- 4) ISO 19011 – Sustav upravljanja kvalitetom: smjernice za auditiranje sustava upravljanja kvalitetom i okolišem.

1.5 ISO 9001:2015 [5]

Prihvatanje sustava upravljanja kvalitetom treba biti strateška odluka organizacije. Na uspostavu i primjenu sustava upravljanja kvalitetom organizacije utječu razne potrebe, konkretni ciljevi, ponuđeni proizvodi, uspostavljeni procesi te veličina i ustrojstvo organizacije.

Norma ISO 9001 primjenjuje se na [4]:

- Organizacije koje teže probitku primjenom sustava upravljanja kvalitetom;
- Organizacije koje traže sigurnost od svojih dobavljača da će njihovi zahtjevi koji se odnose na proizvod biti zadovoljeni;
- Korisnike proizvoda;
- One kojima je stalo do međusobnog razumijevanja nazivlja koje se upotrebljava u upravljanju kvalitetom (npr. dobavljači, kupci, autori propisa);
- Unutarnja ili vanjska tijela organizacija koja procjenjuju sustav upravljanja kvalitetom ili provode neovisnu ocjenu sukladnosti sa zahtjevima norme ISO 9000 (npr. neovisni ocjenjivači/auditori, autori propisa, tijela za potvrđivanje/certifikaciju i registraciju);
- Unutarnja ili vanjska tijela organizacije koja daju savjete ili pružaju izobrazbu o sustavu upravljanja kvalitetom koji odgovara toj organizaciji;
- One koji razvijaju srodne norme.

Moguće prednosti za organizaciju koja primjenjuje sustav upravljanja kvalitetom utemeljen na ovoj međunarodnoj normi su:

- sposobnost dosljedne isporuke proizvoda i pružanja usluga koji ispunjavaju zahtjeve kupaca i primjenjive zahtjeve zakona i propisa;
- veće prilike za povećanje zadovoljstva kupaca;
- poduzimanje koraka povezanih s rizicima i prilikama vezanim uz kontekst i ciljeve organizacije;
- sposobnost dokazivanja sukladnosti s navedenim zahtjevima sustava upravljanja kvalitetom.

Ova međunarodna norma primjenjuje procesni pristup koji objedinjuje ciklus „planirati – provesti – provjeriti – djelovati“ (Plan-Do-Check-Act – PDCA) i pristup utemeljen na rizicima.

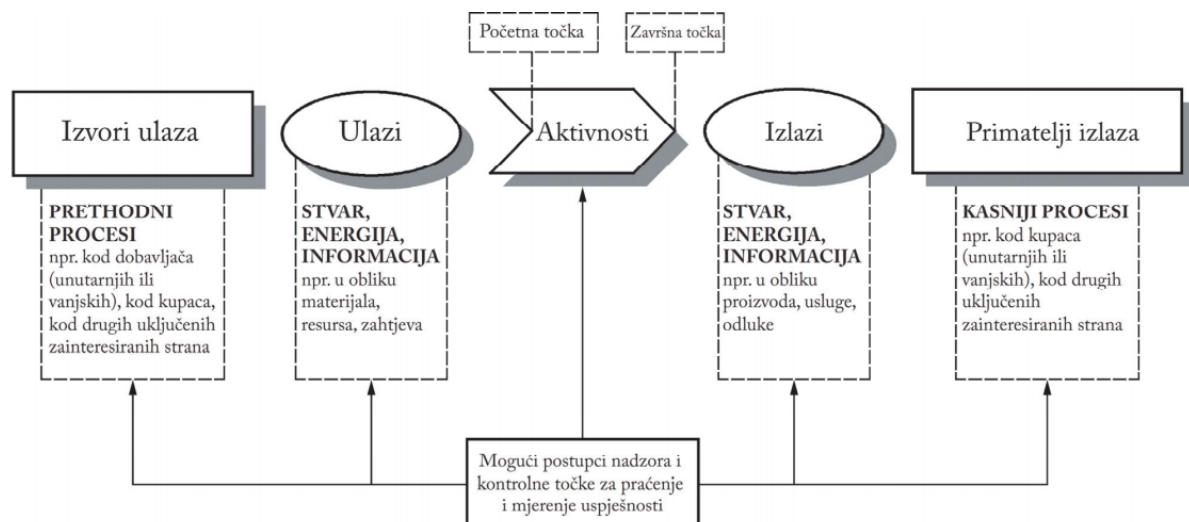
Procesni pristup omogućuje organizaciji planiranje procesa i njihovih međudjelovanja, a ciklus PDCA omogućuje organizaciji da osigura odgovarajuće resurse za svoje procese i odgovarajuće upravljanje tim procesima te da utvrdi i iskoristi prilike za poboljšanja.

1.5.1 Procesni pristup [5]

Procesni pristup uključuje sustavno definiranje i upravljanje procesima i njihovim međudjelovanjima kako bi se postigli predviđeni rezultati u skladu s politikom kvalitete i strateškim usmjerenjem organizacije. Upravljanje procesima i sustavom kao cjelinom može se postići primjenom ciklusa PDCA s općenitim težištem na pristupu utemeljenom na rizicima, a s ciljem iskorištavanja ukazanih prilika kao i sprječavanja nepoželjnih rezultata

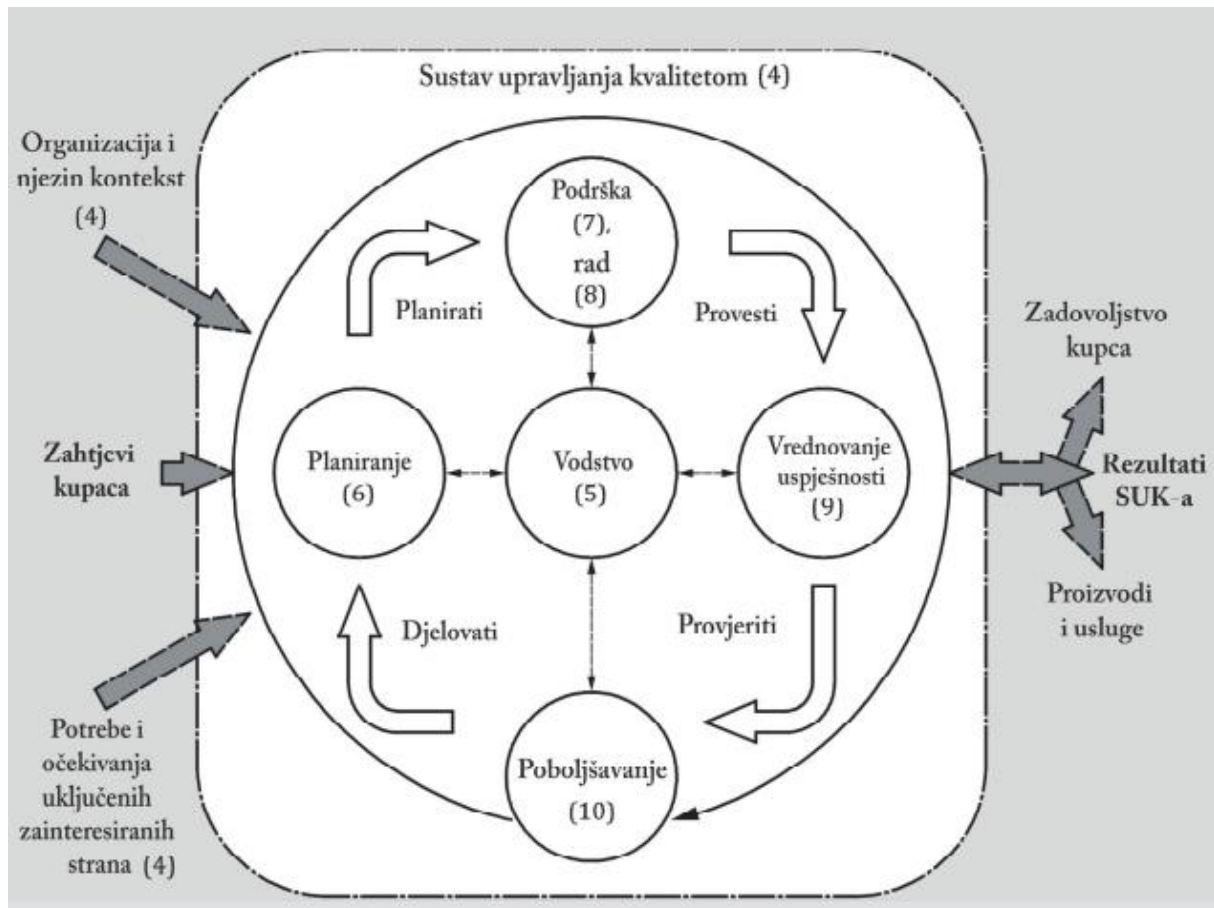
Primjena procesnog pristupa u sustavu upravljanja kvalitetom omogućuje:

- razumijevanje i dosljednost u ispunjavanju zahtjeva;
- razmatranje procesa s obzirom na dodanu vrijednost;
- postizanje djelotvorne provedbe procesa;
- poboljšanje procesa na temelju vrednovanja podataka i informacija. Na slici 1.3 dan je slikoviti prikaz koji se odnosi na svaki proces i pokazuje međudjelovanje njegovih elemenata. Kontrolne točke za praćenje i mjerenje, koje su nužne za nadzor, za svaki su proces posebno određene i razlikovat će se ovisno o pripadajućim rizicima.



Slika 1. 3 Slikoviti prikaz elemenata procesa

PDCA ciklus može se primijeniti na sve procese i na sustav upravljanja kvalitetom kao cjelinu. Na slici 1.4 prikazano je kako se točke 4 do 10 mogu grupirati u odnosu na PDCA ciklus.



Slika 1. 4 Prikaz strukture ove međunarodne norme u PDCA ciklusu

PDCA ciklus može se ukratko opisati kako slijedi:

- Planirati (Plan): ustanoviti ciljeve sustava, njegove sastavne procese i resurse potrebne za postizanje rezultata u skladu sa zahtjevima kupaca i organizacijskim politikama te utvrditi rizike i prilike i poduzeti korake povezane s njima
- Provesti (Do): provesti ono što je planirano
- Provjeriti (Check): pratiti i (gdje je primjenjivo) mjeriti procese i proizašle proizvode i usluge u odnosu na politike, ciljeve, zahtjeve i planirane aktivnosti te izvijestiti o rezultatima
- Djelovati (Act): prema potrebi, poduzeti mjere za poboljšanje uspješnosti.

Koncept rizika je oduvijek bio dio zahtjeva u ISO 9001, ali ovom revizijom postaje jasniji i ugrađen u cijeli sistem upravljanja. Rizik se promatra od početka i u toku cijelog procesa, što čini da preventivno djelovanje postaje dio strategije planiranja. Analiza rizika zasnovana na razmišljanju već je dio procesnog pristupa i predstavlja rutinsko preventivno djelovanje.

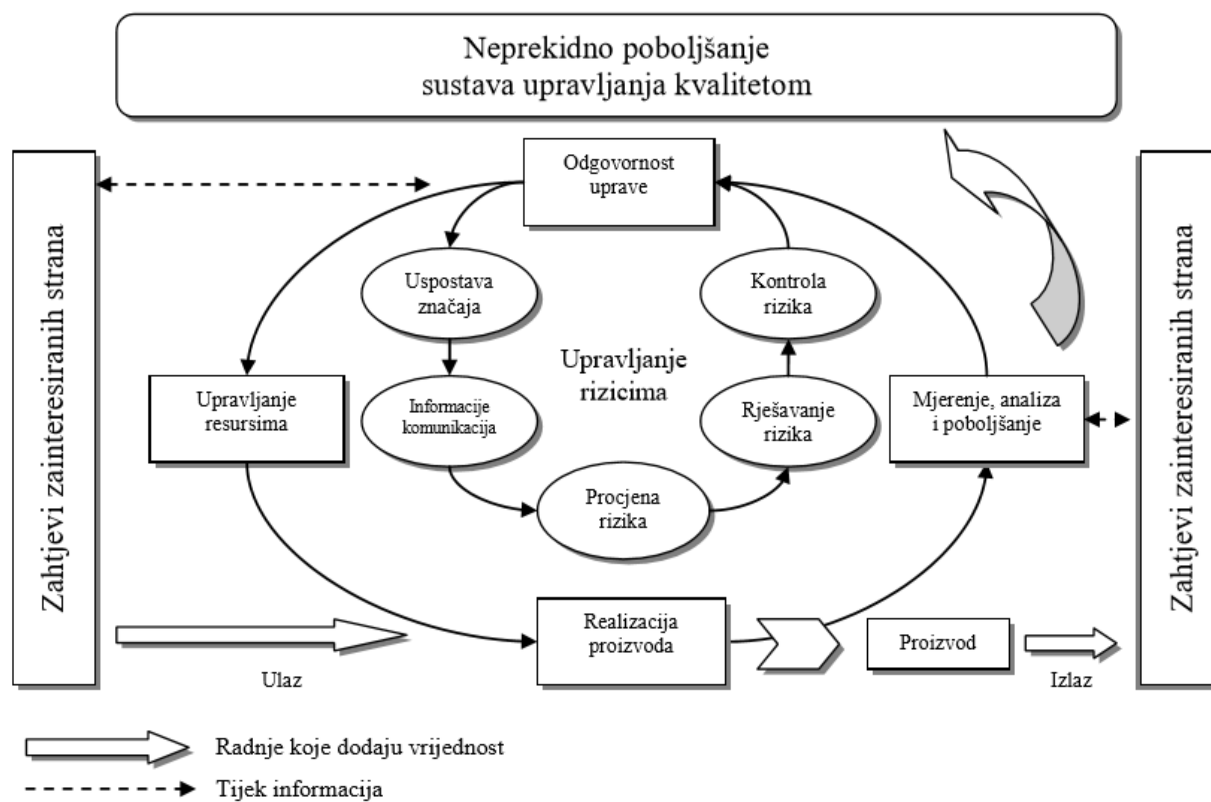
Norma obuhvaća identifikaciju rizika, analizu rizika, kategorizaciju rizika, kontrolu i ponovnu procjenu rizika. Osim rizicima, norma ISO 9001:2015 se bavi i prilikama vezanim uz poslovanje, proizvode i usluge koje organizacija treba prepoznati i njima upravljati. [8]

Mjesta i uloge analize rizika u normi ISO 9001:2015 prikazane u tablici 1.1.

PODRUČJE NORME ISO 9001:2015	SPOMINJANJE RIZIKA U NORMI
0. UVOD	Objašnjen koncept razmišljanja baziranog na procjeni rizika.
1. OPSEG	Ne spominje se rizik.
2. NORMATIVNE REFERENCE	Ne spominje se rizik.
3. POJMOVI I DEFINICIJE	Rizik se definira kao efekt na nesigurnost očekivanog rezultata.
4. KONTEKST ORGANIZACIJE	Od organizacije se zahtjeva da odredi sve rizike koji mogu utjecati na cjelokupnu organizaciju i ciljeve.
5. VOĐENJE	Uprava predstavlja vodstvo te mora osigurati da svi rizici i prilike koje mogu utjecati na sukladnost proizvoda ili usluga budu definirani i adresirani.
6. PLANIRANJE SUSTAVA UPRAVLJANJA KVALITETOM	Od organizacije se zahtjeva da poduzme akcije za identificiranje rizika i prilika, te da planira kako će adresirati identificirane rizike i prilike.
7. PODRŠKA	Ne spominje se rizik.
8. PROVEDBA	Od organizacije se traži da planira, implementira i kontrolira procese kako bi adresirala akcije identificirane u točki 6.
9. VREDNOVANJE PERFORMANSI	Od organizacije se traži da prati, mjeri, analizira i evaluira rizike i prilike.
10. POBOLJŠAVANJE	U točki 10 se traži poboljšavanje odgovaranjem na promjene uzrokovane rizicima.

Tablica 1. 1 Mjesta i uloga rizika u normi ISO 9001:2015

Potrebno je razjasniti odnos sustava upravljanja rizicima i sustava upravljanja kvalitetom ISO 9001. Oba sustava temelje se na jednakim načelima i dio su sustava upravljanja organizacije. Teško je pronaći granicu između ta dva sustava, pa ih stoga treba promatrati kroz niz međusobnih interakcija. Govoriti o sustavu upravljanja kvalitetom, a ne govoriti istovremeno i o sustavu upravljanja rizicima, je besmisleno. Može li se govoriti o kvaliteti ukoliko se ne upravlja rizicima? Pored zahtjeva za procesnim pristupom očito je potrebno primijeniti i proces procjene rizika, osobito na tržišne trendove, strateške odrednice, razvojne studije, operativne aktivnosti, zadovoljstvo korisnika proizvodima i uslugama. Kao rezultat ova dva pristupa organizacija treba posvetiti više pažnje potrebama i očekivanjima kupaca i ostalih zainteresiranih strana.



Slika 1. 5 Sustav upravljanja rizicima i sustav upravljanja kvalitetom [13]

1.5.2 Pregled točaka norme ISO 9001:2015 koje definiraju rizik [6]

0.3.3 Razmišljanje na temelju rizika

Razmišljanje na temelju rizika je bitno za postizanje učinkovitog sustava upravljanja kvalitetom. Pojam razmišljanje na temelju rizika je bio primijenjen u prethodnom izdanju međunarodne norme uključujući, na primjer, izvršenje zaštitne mjere radi uklanjanja moguće nesukladnosti, analiziranje nesukladnosti koje se javljaju i poduzimanje mjera za sprječavanje ponavljanja koji odgovaraju učincima nesukladnosti.

U skladu sa zahtjevima ove međunarodne norme organizacija treba planirati i primijeniti mjere za rješavanje rizika i prilika. Rješavanje rizika i prilika ustanovljuje osnovu za povećanje učinkovitosti sustava upravljanja kvalitetom, postizanje poboljšanih rezultata i sprječavanje negativnih učinaka.

Prilike se mogu pojaviti kao rezultat situacije povoljne za postizanje očekivanog rezultata, na primjer, skup okolnosti koje dopuštaju organizaciji privlačenje kupaca, razvoj novih proizvoda i usluga, smanjenje otpada ili poboljšanje proizvodnosti. Mjere za rješavanje prilika također mogu uključiti razmatranja s njima povezanih rizika.

Rizik je učinak neizvjesnosti, a takva neizvjesnost može imati pozitivni ili negativni učinak. Pozitivno odstupanje koje proizlazi iz rizika može dati priliku, ali svi pozitivni učinci rizika neće rezultirati u prilike.

4. Kontekst organizacije

4.1 Razumijevanje organizacije i njezina konteksta

Organizacija mora odrediti vanjska i unutarnja pitanja koja su bitna za njezinu svrhu i njezino strateško usmjerenje, a koja utječu na sposobnost postizanja predviđenih rezultata njezina sustava upravljanja kvalitetom. Organizacija mora pratiti i preispitivati informacije o tim vanjskim i unutarnjim pitanjima.

NAPOMENA 1: Pitanja mogu uključiti pozitivne i negativne čimbenike i uvjete koje treba razmotriti.

NAPOMENA 2: Razumijevanje vanjskog konteksta može se olakšati razmatranjem pitanja koja proizlaze iz pravnih, tehnoloških, konkurentskih, tržišnih, kulturoloških, društvenih i gospodarskih uvjeta, bilo da se radi o međunarodnom, nacionalnom, regionalnom ili lokalnom okruženju.

NAPOMENA 3: Razumijevanje unutarnjeg konteksta može se olakšati razmatranjem pitanja koja se odnose na vrijednosti, kulturu, znanje i uspješnost organizacije.

4.2 Razumijevanje potreba i očekivanja zainteresiranih strana

Zbog njihova utjecaja ili mogućeg utjecaja na sposobnost organizacije za dosljednu isporuku proizvoda i pružanje usluga koji ispunjavaju zahtjeve kupaca i zahtjeve zakona i propisa, organizacija mora utvrditi:

- zainteresirane strane koje su bitne za sustav upravljanja kvalitetom;
- zahtjeve zainteresiranih strana koji su bitni za sustav upravljanja kvalitetom. Organizacija mora pratiti i preispitivati informacije o tim zainteresiranim stranama i njihovim zahtjevima.

6 Planiranje

6.1 Mjere za poduzimanje koraka povezanih s rizicima i prilikama

6.1.1 Prilikom planiranja sustava upravljanja kvalitetom, organizacija mora razmatrati pitanja iz 4.1 i zahtjeve iz 4.2 i odrediti rizike i prilike s obzirom na koje treba poduzeti korake kako bi se:

- zajamčilo da sustav upravljanja kvalitetom može ostvariti predviđene rezultate;
- poboljšali poželjni učinci;
- spriječile ili umanjile neželjene posljedice: d) postigla poboljšanja.

6.2 Ciljevi kvalitete i planiranje njihova postizanja

6.2.1 Organizacija mora ustanoviti ciljeve kvalitete na odgovarajućim funkcijama, razinama i procesima potrebne za sustav upravljanja kvalitetom.

Ciljevi kvalitete moraju: a) biti u skladu s politikom kvalitete; b) biti mjerljivi; c) uzeti u obzir primjenjive zahtjeve; d) biti bitni za sukladnost proizvoda i usluga i za povećanje zadovoljstva kupaca; e) se pratiti; f) se priopćiti; g) se, po potrebi, posuvremenjivati. Organizacija mora održavati dokumentirane informacije o ciljevima kvalitete.

6.2.2 Pri planiranju načina postizanja ciljeva kvalitete, organizacija mora utvrditi: a) što će se učiniti; b) koji će resursi biti potrebni; c) tko će biti odgovoran; d) kada će se to završiti; e) kako će se vrednovati rezultati.

A.4 Pristup utemeljen na rizicima

Pojam „pristupa utemeljenog na rizicima“ bio je neizravno uključen u prethodna izdanja ove međunarodne norme, npr. kroz zahtjeve za planiranje, preispitivanje i poboljšavanje. Ova međunarodna norma utvrđuje zahtjev da organizacija shvati svoj kontekst (vidjeti 4.1) i utvrdi rizike kao osnovu za planiranje (vidjeti 6.1). To podrazumijeva primjenu pristupa utemeljenog na rizicima na planiranje i provedbu procesa sustava upravljanja kvalitetom

(vidjeti 4.4) i pomoći će u određivanju opsega dokumentiranih informacija. Jedna je od ključnih uloga sustava upravljanja kvalitetom da djeluje kao preventivni alat. Stoga, ova međunarodna norma nema posebnu točku ili podtočku o preventivnim radnjama. Pojam preventivne radnje iskazan je kroz upotrebu pristupa utemeljenog na rizicima u određivanju zahtjeva sustava upravljanja kvalitetom. Pristup utemeljen na rizicima koji se primjenjuje u ovoj međunarodnoj normi omogućio je određeno smanjenje propisanih zahtjeva i njihovu zamjenu zahtjevima utemeljenim na mjerljivim rezultatima. Ostvarena je veća prilagodljivost u zahtjevima za procese, dokumentirane informacije i odgovornosti u organizaciji nego u ISO 9001:2008. Iako se u 6.1 određuje da organizacija mora planirati mjere za poduzimanje koraka povezanih s rizicima, ne postoji zahtjev za formalne metode upravljanja rizicima ili dokumentirani proces upravljanja rizicima. Organizacije mogu odlučiti hoće li ili ne razviti opsežniju metodologiju upravljanja rizicima nego što to zahtijeva ova međunarodna norma, npr. kroz primjenu drugih smjernica ili normi. Ne predstavljaju svi procesi sustava upravljanja kvalitetom istu razinu rizika u pogledu sposobnosti organizacije da ispuni ciljeve, a posljedice neizvjesnosti nisu iste za sve organizacije. Prema zahtjevima iz 6.1, organizacija je odgovorna za primjenu pristupa utemeljenog na rizicima i mjere koje poduzima povezane s rizicima, uključujući treba li ili ne sačuvati dokumentirane informacije kao dokaz utvrđivanja rizika.

2. Upravljanje rizicima

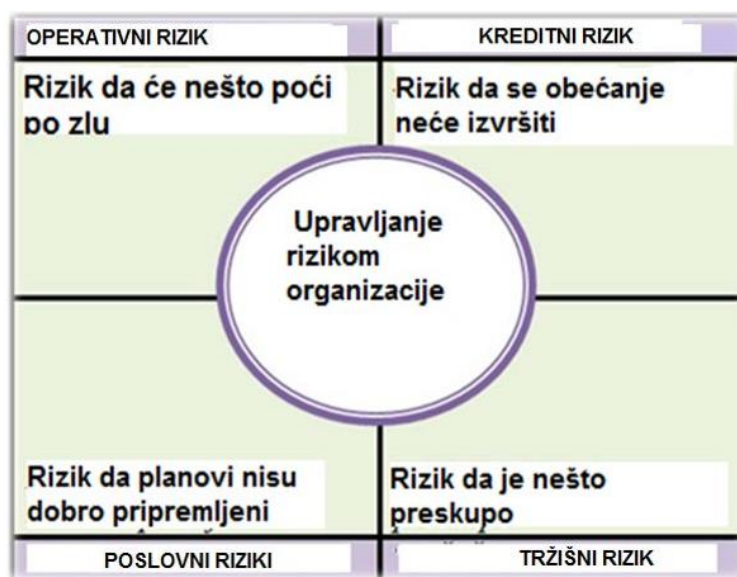
Mnoge organizacije se susreću u svojem poslovanju s golemim rizicima različitog porijekla. Područje analize i upravljanja rizicima neraskidivo je vezano za strategiju organizacije koja je u stalnoj interakciji i međusobnoj ovisnosti s vanjskim i unutarnjim okruženjem.

Matematički, rizik možemo izraziti sljedećom formulom :

$$\text{Rizik} = \text{prijetnja} * \text{ranjivost} * \text{vrijednost imovine}$$

S aspekta poslovnih rizika, rizik se definira kao vjerojatnost nastupanja događaja koji će imati negativne učinke na vrijednost očekivanih zarada, novčanih tokova i vrijednosti organizacije, odnosno koji će ugroziti njezine poslovne ciljeve. [8]

Da bi se mogli odrediti načini mjerenja te instrumenti i strategije upravljanja rizicima u organizaciji, potrebno je odrediti vrste rizika. Tu se ubrajaju tržišni rizici, rizici likvidnosti, kreditni rizici, operativni rizici, te ostali. Na slika 1.5. prikazana je shema integralnog rizika organizacije s kratkim opisom gdje je usmjeren i kako nastaje neki od tih rizika.



Slika 2. 1 Integracija rizika u organizaciji [8]

Tržišni rizici mogu nastati zbog nepovoljnog kretanja svojih faktora poput tržišnih kamatnih stopa, cijena dobara na robnim burzama te tržišne vrijednosti glavnice.

Rizici likvidnosti predstavljaju rizike da novčani primici organizacije neće biti dovoljni za pokrivanje novčanih izdataka, a to često rezultira u likvidaciji imovine organizacije manjim vrijednostima od realnih kako bi se nadomjestio manjak novčanih sredstava.

Kreditni rizici predstavljaju postojeće ili potencijalne nesposobnosti poslovnih partnera da podmire dospjele obveze ili izvrše dogovorenu poslovnu transakciju.

Operativni rizik je rizik gubitaka koji nastaju zbog neadekvatnih procedura i neuspjelih internih procesa, ljudskog faktora, sistemskih ili eksternih događaja. [8]

Upravljanje rizicima kao najvažniji instrument upravljanja krizom, jedna je od najsloženijih poslovnih aktivnosti u kojoj se traži istraživanje i stručno prosuđivanje koje zahtijeva poznavanje metoda i načina adekvatnog izračunavanja različitih vrsta rizika uz praktično primjenjivanje na aktualne probleme.

Poduzeća su ranije upravljala rizicima na tradicionalan način [8]:

- upravljanje rizicima kada menadžment reagira nakon spoznaje i nastanka rizika,
- upravljanje rizicima je usmjereno prema unutra, u žarištu su rizici računovodstva i plaćanja – tradicionalna područja interne revizije; neučinkovito osoblje je primarni izvor poslovnih rizika,
- u žarištu upravljanja su financijsko-ekonomski rizici (kamatni, valutni i sl.) i time je njihovo praćenje zadatak određenog odjela,
- upravljanje rizicima se promatra fragmentarno, tj. svaka funkcija i svako područje analizira se odvojeno s obzirom na rizike,
- upravljanje rizicima nije bio sastavni dio aktivnosti vrhovnog menadžmenta poduzeća;
- menadžeri su imali averziju prema riziku,
- rizici su promatrani individualno, svaki za sebe.

Takvo upravljanje rizicima nije davalo zadovoljavajuće rezultate. Suvremen pristup upravljanja rizicima uključuje proaktivni pristup, rizik proučava kao priliku, a ne samo kao prijetnju te obilježava sljedeće:

- vrednovanje rizika je kontinuiran proces,
- u upravljanju rizicima sudjeluju svi,
- menadžment preuzima odgovornost za vrednovanje i upravljanje rizicima, te se definira plan upravljanja rizicima,
- neprekidno se promatraju i vrednuju stvarni izvori rizika, i to preventivno.

Sustav upravljanja rizicima (engl. Enterprise risk management, ERM) prema standardu za upravljanje rizicima proces je kojim organizacije metodički vode računa o rizicima povezanim s njihovim aktivnostima s ciljem postizanja kontinuiranog probitka, kako unutar svake pojedine aktivnosti, tako i u cjelokupnom portfelju aktivnosti. Upravljanje rizikom sve se češće prepoznaje kao sustav koji uključuje pozitivne (engl. upside risk) i negativne aspekte rizika (engl. downside risk) [8].

Sustav upravljanja rizicima u poduzeću sastoji se od sljedećih komponenti:

- proces upravljanja rizicima
- elementi organizacijske strukture
- instrumenti, metodologije i sustavi
- znanje i vještine u upravljanju rizicima

2.1 Norma ISO 31000:2009

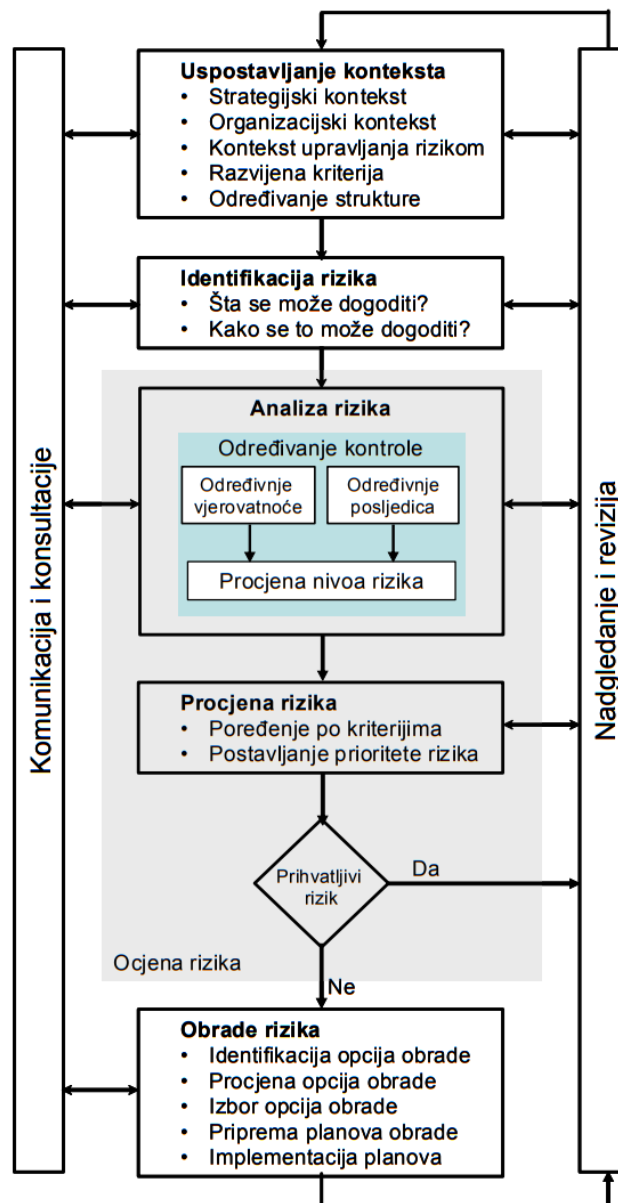
Generički pristup upravljanju rizicima koji promovira norma ISO 31000:2009 ne zavisi od područja primjene, a konceptijski pruža kvalitetnu osnovu za analizu, procjenu te obradu rizika. U okviru te norme procjena rizika ne tretira se u metodološkom smislu, pa generički pristup omogućava da se proces upravljanja rizicima bez teškoća primjeni u bilo kojem području, bilo da se radi o procesima sigurnosti nekom drugom poslovnom procesu ili društvenim procesima. [8]

ISO 31000:2009 navodi da je upravljanje rizicima treba sadržavati sljedeće principe:

- treba stvarati viška vrijednosti,
- biti sastavni dio ostalih poslovnih procesa,
- treba biti prisutno u donošenja odluka,
- izričito navodi nesigurnosti,
- sustavnost, strukturiranost i pravovremenost,
- organizira i provodi na temelju najbolje dostupne informacije,
- prilagođen potrebama organizacije i djelatnosti gdje se koristi,
- uzimanje ljudskih i kulturnih elemenata u obzir,
- transparentnost i inkluzivnost,
- dinamičnost, iterativnost i odgovore na promjene,
- omogućavanje stalnog unapređenja i poboljšanja organizacije.

Norma ISO 31000:2009 Upravljanje rizicima – Principi i smjernice, detaljno opisuje sistematičan i logičan proces upravljanja rizicima. Norma ustanovljava brojne principe koje treba primijeniti kako bi upravljanje rizikom bilo učinkovito. ISO 31000:2009 preporuča da organizacije razviju, primjene i kontinuirano poboljšavaju okvir rada čija je svrha integrirati proces upravljanja rizikom u sveopćem upravljanju organizacije, njezinoj strategiji i planiranju, menadžmentu, procesima izvješćivanja, politici, vrijednostima i kulturi.

Blok shema procesa za upravljanje rizicima kako se predlaže u normi ISO 31000:2009 prikazana je na slika 2.2.



Slika 2. 2 Proces upravljanja rizicima prema ISO 31 000 [18]

Komunikacija i konzultacija s internim i eksternim ulagačima – zainteresiranim stranama, kako je primjereno, na svakom stupnju procesa upravljanja rizikom i razmatranje procesa kao cjeline.

Utvrđivanje konteksta (eksternog i internog) upravljanja rizikom u kojem će se odvijati ostatak procesa. Treba utvrditi kriterije prema kojima će se procjenjivati rizik i definirati struktura analize.

Identifikacija rizika gdje, kada, zašto i kako bi događaji mogli spriječiti, umanjiti, odložiti ili povećati postizanje ciljeva.

Analiza rizika je identifikacija i procjena postojećih kontrola. Određivanje posljedica i vjerojatnosti i zatim razine rizika. Ova analiza treba razmotriti područje potencijalnih posljedica i kako bi se one mogle pojaviti.

Vrednovanje rizika je usporedba procijenjenih razina rizika s prethodno utvrđenim kriterijima i razmatranje ravnoteže između potencijalnih koristi i nepovoljnih rezultata. To omogućuje donošenje odluka o opsegu i prirodi potrebnih obrada i o prioritetima.

Obrada rizika predstavlja izradu i primjenu specifičnih troškovno učinkovitih strategija i akcijskih planova za povećanje potencijalnih koristi i smanjenje potencijalnih troškova.

Praćenje i preispitivanje je neophodno zbog uvida učinkovitost svih koraka procesa upravljanja rizikom. To je važno za neprekidno poboljšavanje. Potrebno je pratiti rizike i učinkovitost mjera obrade kako bi se osiguralo da promjena uvjeta ne mijenja prioritete.

2.2 Komunikacija i konzultacija

Planovi za komunikaciju i konzultacije trebaju se razviti u ranijim fazama implementacije upravljanja rizikom. Komunikacija mora obuhvatiti probleme koji se vežu uz rizike, njihove uzročno-posljedične veze i način na koji bi se ti rizici otklonili. Efektivna vanjska i unutarnja komunikacija osigurava da odgovorni za vođenje i provođenje upravljanja rizicima održavanju konstantnu komunikaciju s vodstvom organizacije, te da se u tijeku komunikacije prenesu sve bitne informacije kako bi se mogle donijeti ispravne odluke o daljnjem poslovanju. Važno je da osobe koje donose odluke budu upoznate sa rizicima koje one sa sobom povlače.

Pristup u kojem se odražava komunikacija donosi mnoge prednosti: [12]

- Osigurava razumijevanje želja i interesa organizacije
- Pomaže u pravovremenom prepoznavanju rizika i njegovoj identifikaciji
- Više stručnjaka iz različitih područja može pridonijeti rješavanju problema
- Osigurava se pogled na više aspekata rizika.

2.3 Utvrđivanje konteksta

Prilikom utvrđivanja konteksta organizacija određuje svoje ciljeve, definira vanjske i unutarnje parametre prema kojima se utvrđuje razina rizika te postavlja prihvatljivu razinu rizika. Mnogi su od tih parametara slični onima koji se koriste prilikom dizajniranja okvira. Razlika je u tome što je, prilikom utvrđivanja konteksta, potrebna mnogo detaljnija analiza kako bi se točnije odredio odnos prihvatljive razine rizika s onom razinom koju donosi rizik koji promatramo.

Utvrđivanje vanjskog konteksta

Vanjski kontekst predstavlja vanjsko okruženje u kojem se organizacija nalazi i ostvaruje svoje ciljeve.

Poznavanje vanjskog konteksta je bitno kako bi se prilikom analize rizika u obzir uzeli i faktori koji djeluju izvan organizacije. Vanjski kontekst predstavlja veoma široko polje faktora, ali prilikom analize bitno je analizirati one faktore koji su od najveće važnosti za samu organizaciju. Vanjski faktori mogu biti:

- Socijalno i kulturno okruženje
- Politički ustroj
- Ekonomsko stanje

Utvrđivanje unutarnjeg konteksta

Unutarnji kontekst predstavlja stanje unutar organizacije, te proces upravljanja rizicima treba biti usklađen sa stanjem unutar organizacije. Unutarnji faktor može biti bilo koji događaj i pojava unutar organizacije, a da ima utjecaj na ostvarenje ciljeva organizacije. Utvrđivanje unutarnjeg konteksta bitno je zbog sljedećeg: [12]

- Upravljanje rizicima je proces koji se vrši unutar organizacije
- Ciljevi organizacije i projekata unutar organizacije ne smiju patiti pod utjecajem upravljanja rizika

Unutarnji kontekst podrazumijeva: [12]

- Vodstvo i organizacijsku strukturu
- Politiku i ciljeve organizacije
- Strategiju poslovanja organizacije
- Kapacitet organizacije
- Odnosi unutar organizacije
- Sustav transporta informacija
- Postojeće standarde po kojima organizacija posluje

Utvrđivanje konteksta upravljanja rizikom

Potrebno je utvrditi ciljeve, strategije i parametre organizacije u kojima će se koristiti postupak upravljanja rizikom. Upravljanje rizikom mora uzeti u obzir potrebu 35 za opravdanjem troškova koje nosi. Bitno je da se definiraju svi troškovi i resursi koji će biti potrebni za upravljanje procesima. Kontekst upravljanja rizikom mijenja se prema potrebama organizacije.

On može uključivati sljedeće: [12]

- Definiranje ciljeva procesa upravljanja rizikom
- Definiranje odgovornosti unutar procesa upravljanja rizikom
- Odgovornosti procesa upravljanja rizikom
- Definiranje raspona aktivnosti upravljanja rizikom
- Definiranje procesa, funkcija, projekata, proizvoda i usluga
- Definiranje odnosa pojedinih projekata, procesa i aktivnosti s ostalim projektima, procesima i aktivnostima
- Definiranje metoda procjene rizika
- Definiranje načina na koji će se izraziti uspješnost izvršenih procesa
- Identifikaciju i određivanje odluka koje se moraju donijeti
- Definiranje potrebnih resursa za svaku analizu

Pažnja tim faktorima osigurava odgovarajući pristup upravljanja rizikom u nekoj određenoj situaciji. To znači da se svaki rizik rješava odgovarajućim pristupom i alatima, čime se osigurava najbolji način ostvarenja zadanih ciljeva organizacije.

2.4 Procjena rizika

Procjena rizika je procjena temeljena na inženjerskim i operativnim metodama analize radi utvrđivanja da li je identificirani rizik prihvatljiv ili podnošljiv. Procjena rizika obavlja se radi određivanja veličine rizika i utvrđivanja mjera koje je potrebno provesti da isti rizik ostane u granicama prihvatljivog. Procjena rizika je drugi korak u procesu upravljanja sigurnosnim rizicima. Nakon što su opasnosti i njihovi učinci utvrđeni u prvom koraku pomoću identifikacije opasnosti, analizom je nužno procijeniti vjerojatnost pojave opasnih učinaka i ozbiljnost tih utjecaja. Procjena rizika se svodi na sljedećim kriterijima kao što su [11]:

- ozbiljnost utjecaja,
- vjerojatnost pojave,
- prihvatljivost učinaka

Da bi se rezultati procjene rizika mogli smatrati valjanim, sam proces mora zadovoljiti sljedeće kriterije:

- jednoznačnost,
- objektivnost,
- pouzdanost
- repetabilnost

2.4.1 Kvantitativni pristup procjeni rizika

Postoje četiri metode kvalitativne procjene rizika [10]:

- matrica pred definiranih vrijednosti,
- rangiranje prijetnji prema procjeni rizika,
- procjena vjerojatnosti ostvarenja i mogućih posljedica,
- odvajanje prihvatljivih i neprihvatljivih rizika

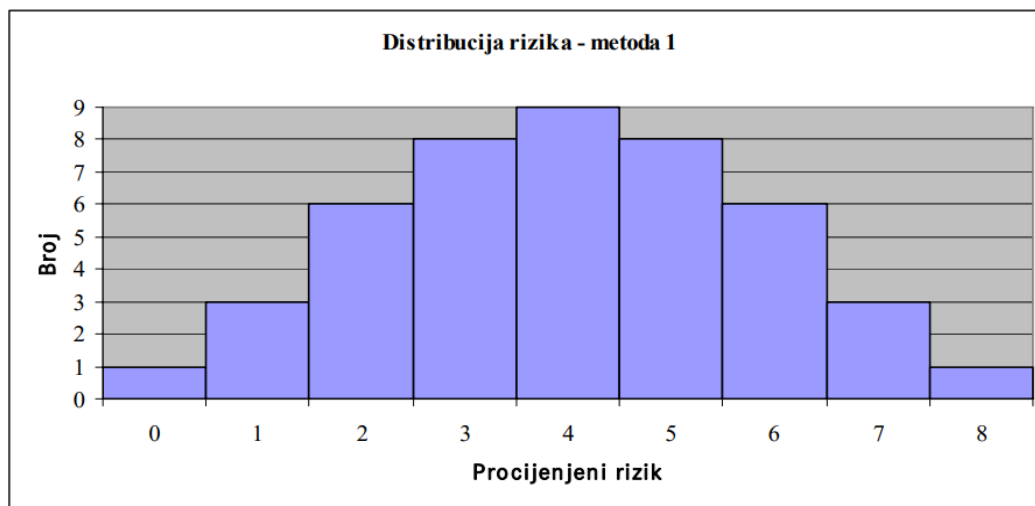
2.4.1.1 Matrica pred definiranih vrijednosti

Ova metoda za procjenu rizika uzima u obzir tri parametra: vrijednost resursa, prijetnje i ranjivosti. Svaki od tih parametara je promatran u odnosu na moguće posljedice, dok su prijetnje promatrane u odnosu na odgovarajuće ranjivosti. Za određivanje vrijednosti resursa koriste se numeričke vrijednosti u rasponu od 0 (mala) do 4 (vrlo velika), za kvantifikaciju ranjivosti i prijetnji koristi raspon od 0 (niska razina) do 2 (visoka razina), a razina rizika se određuje sumom vrijednosti parametara. U tablici 2 prikazana je matrica pred definiranih vrijednosti i prethodno objašnjeni parametri. [10]

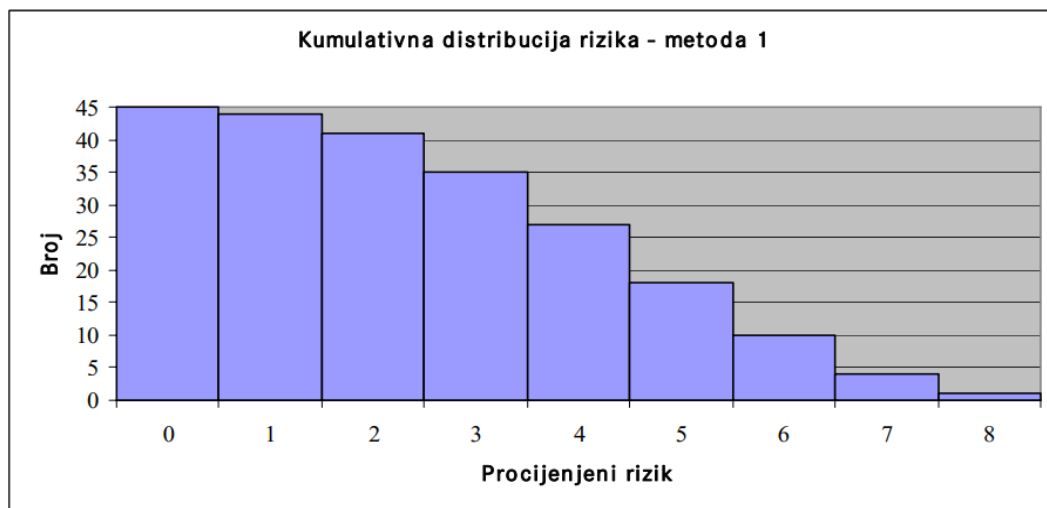
	Prijetnja	0			1			2		
	Ranjivost	0	1	2	0	1	2	0	1	2
Vrijednost resursa	0	0	1	2	1	2	3	2	3	4
	1	1	2	3	2	3	4	3	4	5
	2	2	3	4	3	4	5	4	5	6
	3	3	4	5	4	5	6	5	6	7
	4	4	5	6	5	6	7	6	7	8

Tablica 2. 1 Matrica pred definiranih vrijednosti

Na temelju raspona mogu se izračunati minimalne i maksimalne vrijednosti procijenjenog rizika i za tako dobivene rezultate prikazuje se distribucija i kumulativna distribucija prethodno definirane metode za procjenu rizika na slikama 2.3 i 2.4.



Slika 2. 3 Distribucija funkcije za procjenu rizika [10]



Slika 2. 4 Kumulativna distribucija funkcije za procjenu rizika [10]

Korištenje matrice pred definiranih vrijednosti omogućuje proizvoljno rangiranje rizika prema njihovoj vrijednosti za kasniji proces upravljanja rizikom, no ne prioritizira veće rizike. Nedostatak metode je što procjena rizika ne koristi moguće vjerojatnosti ostvarenja i posljedice koje se implicitno koriste za procjenu svih parametara, a praksi je također teško nezavisno promatrati prijetnje i ranjivosti, pa je određivanje vrijednosti tih parametara dvojbeno.

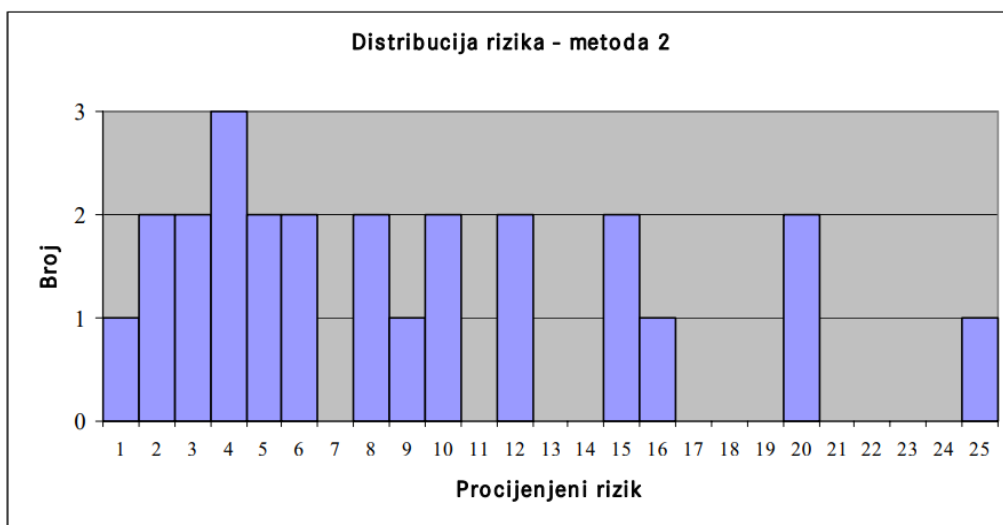
2.4.1.2 Rangiranje prijetnji prema procjeni rizika

Ova metoda koristi dva parametra, a to su resurs (vrijednost) i vjerojatnost ostvarenja prijetnje. Prijetnje se promatraju na odgovarajuće ranjivosti, dok se implicitno podrazumijeva da je utjecaj na resurs ekvivalentan vrijednosti resursa. Procijenjeni rizik u ovoj situaciji postaje funkcija više parametara. Prethodno navedeni parametri koriste isti raspon numeričke vrijednosti, 1 za malu do 5 za veliku. Razina rizika određena je umnoškom tih dvaju parametara.

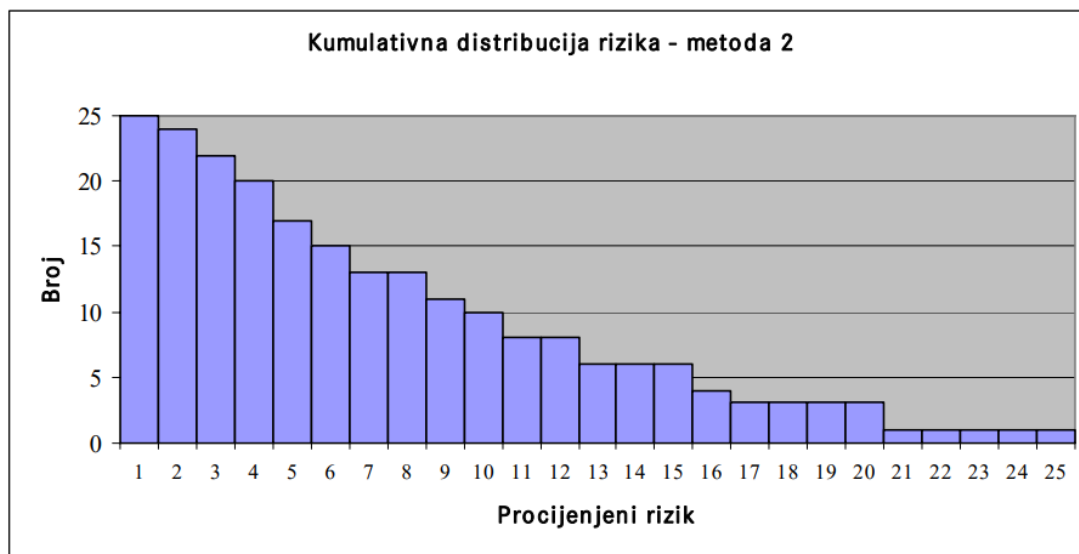
	Utjecaj (vrijednost)	Vjerojatnost ostvarenja	Rizik	Rangiranje prijetnji
Prijetnja A	5	2	10	2
Prijetnja B	2	4	8	3
Prijetnja C	3	5	15	1
Prijetnja D	1	3	3	5
Prijetnja E	4	1	4	4
Prijetnja F	2	4	8	3

Tablica 2. 2 Rangiranje prijetnji prema procjeni rizika [10]

Na temelju postojećih vrijednosti određuje se minimalne i maksimalne vrijednosti procijenjenog rizika čije je distribucija, odnosno kumulativna distribucija prikazana na slikama 2.5 i 2.6



Slika 2. 5 Distribucija funkcije za procjenu rizika [10]



Slika 2. 6 Kumulativna distribucija funkcije za procjenu rizika [10]

Funkcija za procjenu rizika grupiranju nižih vrijednosti prijetnji i isticanju viših, što omogućuje njihovu prioritizaciju prilikom kasnijih postupaka upravljanja rizikom. Nedostatak metode što se rizik procjenjuje korištenjem dva parametra koji su implicitno funkcije više varijabli, te izjednačavanje resursa i mogućnost utjecaja na resurs što ponekada nije točno.

2.4.1.3 Procjena vrijednosti ostvarenja i mogućih posljedica

Ovaj je postupak složeniji od prethodne dvije metode, a provodi se u dva koraka. Definira se vrijednost resursa koja se bazira na potencijalnim posljedicama u slučaju ostvarenja neke prijetnje, te se na temelju ranjivosti i prijetnji određuje vjerojatnost ostvarenja. U konačnici se rizik procjenjuje kao kombinacija vrijednosti resursa i vjerojatnosti ostvarenja. Za određivanje vrijednosti resursa koristi se raspon od 0 za male do 4 za velike vrijednosti, dok se određivanje ozbiljnosti prijetnji i ranjivosti koristi raspon od 0 za malu do 2 za veliku vrijednost. Ukupan rizik predstavlja sumu vrijednosti resursa i vrijednosti ostvarenja. Tablica 2.3 prikazuje matricu za procjenu rizika.

Prijetnja	0			1			2		
Ranjivost	0	1	2	0	1	2	0	1	2
Vjerojatnost ostvarenja	0	1	2	1	2	3	2	3	4

Vrijednost resursa Vjerojatnost ostvarenja	0	1	2	3	4
0	0	1	2	3	4
1	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	6
3	3	4	5	6	7
4	4	5	6	7	8

Tablica 2. 3 Matrica za procjenu rizika [10]

Procjenom vjerojatnosti ostvarenja i moguće štete omogućava se rangiranje rizika prema procijenjenoj vrijednosti. Procjena rizika je formalno slična kao kod metode 1 – pred definiranih vrijednosti kod koje se prilikom procjene ranjivosti i prijetnji implicitno održava vjerojatnost ostvarenja, kod metode 3 - procjene vjerojatnosti ostvarenja i mogućih posljedica radi obrnuti postupak, odnosno na temelju procjene ranjivosti i prijetnji, određuje se pripadajuća vjerojatnost ostvarenja.

2.4.1.4 Odvajanje prihvatljivih i neprihvatljivih rizika

Kod ove metode rizik se procjenjuje binarnim vrijednostima, kao prihvatljiv (0) ili neprihvatljiv (1). Način procjene rizika može biti identičan način kao i u prethodnoj metodi, jedino je matrica procijenjenih vrijednosti rizika binarna, što je prikazano tablicom 2.4.

Vrijednost resursa Vjerojatnost ostvarenja	0	1	2	3	4
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	1	1
3	0	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1

Tablica 2. 4 Matrica za odvajanje prihvatljivih i neprihvatljivih rizika [10]

Metoda odvajanja prihvatljivih i neprihvatljivih rizika predstavlja ustvari varijaciju metode 3 (procjena vjerojatnosti ostvarenja i mogućih posljedica) ili metode 1 (matrica pred definiranih vrijednosti), te kao takva nasljeđuje prednosti i nedostatke tih metoda.

2.4.2 Kvalitativni pristup procjeni rizika

Kvalitativni pristup procjeni rizika ne koristi apsolutne vrijednosti parametara, nego kvalitativno evaluira njihov utjecaj na rizik. Kod ovakvog pristupa veliku važnost ima iskustvo i sposobnost osoba koje provode procjenu rizika. Procjena se provodi kvalitativno, no zbog lakše interpretacije procjene rizika parametri se, kvantificiraju. Za razliku od kvantitativnog pristupa, tako dobivene numeričke vrijednosti nisu apsolutne, već relativne. Osim subjektivnosti, koja je problem kvalitativnog pristupa procjene rizika, dodatni faktor koji može utjecati na pouzdanost rezultata kvalitativne procjene jest metoda kvantifikacije subjektivno procijenjenih parametara, kvantificiranje rizika, i krajnja interpretacija dobivenih numeričkih vrijednosti.

2.4.2.1 Modificirana metoda za kvalitativnu procjenu rizika

Modificirana metoda za kvalitativnu procjenu rizika temelji se na sljedećim pretpostavkama: [10]

- svaki resurs ima svoju vrijednost,
- ranjivost pojedinog resursa postoji ili ne,
- ukoliko ranjivost sustava postoji, postoji barem jedna prijetnja koja je može iskoristiti (prijetnja i ranjivosti su međusobno zavisne),
- prijetnja ima vjerojatnost ostvarenja koja ovisi o okolnostima,
- prijetnja ima moguće posljedice čija veličina ovisi i o okolnostima.

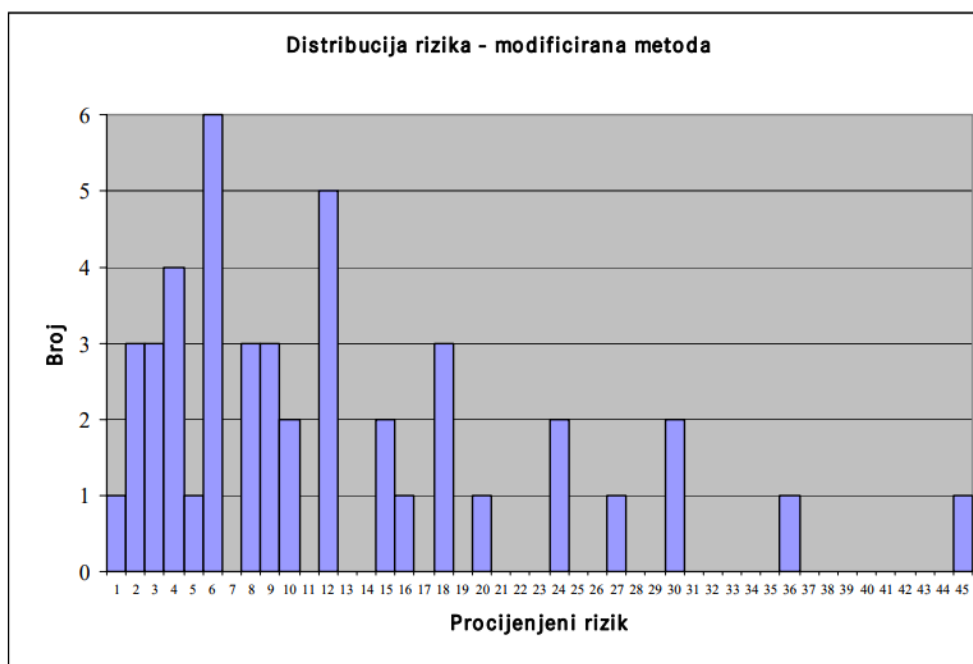
Kako bi procjena rizika bila osjetljiva na razlike u veličinama pojedinih parametara, te dobiti veću fleksibilnost u postupku upravljanja rizikom, operacija zbrajanja koju koriste metode 1 i 3 zamjenjuje operacija množenja.

Raspon vrijednosti koje svaki od parametara može poprimiti je proizvoljan, a u primjeru se zbog usporedbe s metodom 1 koristi skala od 5 vrijednosti za vrijednost resursa, te skale od 3 vrijednosti za vjerojatnost ostvarenja prijetnje i moguće posljedice. U odnosu na metodu 1, rasponi počinju s veličinom 1 (zbog uklanjanja mogućih nul vrijednosti).

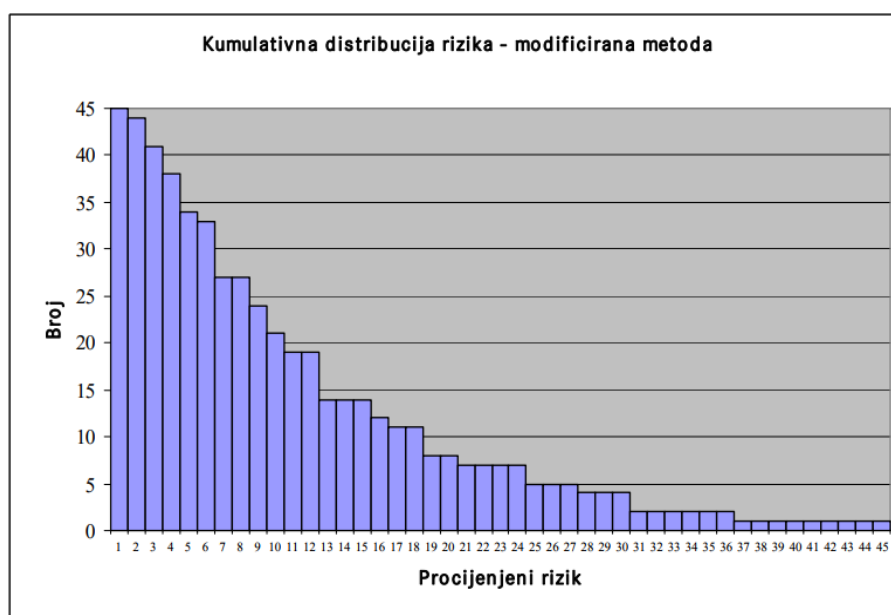
Prijetnja	Vjerojatnost	1			2			3		
	Posljedica	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Vrijednost resursa	1	1	2	3	2	4	6	3	6	9
	2	2	4	6	4	8	12	6	12	18
	3	3	6	9	6	12	18	9	18	27
	4	4	8	12	8	16	24	12	24	36
	5	5	10	15	10	20	30	15	30	45

Tablica 2. 5 Modificirana matrica za procjenu rizika [10]

Slika 2.7 i Slika 2.8 prikazuju distribuciju, odnosno kumulativnu distribuciju ovako definirane funkcije za procjenu rizika.



Slika 2. 7 Distribucija funkcije za procjenu rizika – modificirana metoda [10]



Slika 2. 8 Kumulativna distribucija funkcije za procjenu rizika – modificirana metoda [10]

2.4.3 Norma ISO 31010:2009

ISO 31010:2009 je standard koji služi kao potpora ISO 31000 standardu. On predstavlja tehnike procjene rizika kako bi se mogla vršiti detaljnija analiza svakog rizika koji se može pojaviti u poslovanju. Procjena rizika dijeli na tri dijela, a to su identifikacija, analiza i evaluacija rizika. Identifikacija predstavlja pronalaženje, prepoznavanje i opisivanje rizika dok analiza rizika podrazumijeva shvaćanje prirode rizika i određivanje razine rizika. Evaluacija rizika je proces usporedbe rezultata dobivenih analizom rizika s ciljem određivanja utjecaja rizika u promatranom procesu

Alati i tehnike	Proces procjene rizika				
	Identifikacija rizika	Analiza rizika			Evaluacija rizika
		Posljedice	Vjerojatnost	Razina rizika	
Brainstorming	++				
Structured or semistructured interviews	++				
Delphi	++				
Check-lists	++				
Primary hazard analysis	++				
Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP)	++	++	+	+	+
Environmental risk assessment	++	++	++	++	++
Structure « What if? » (SWIFT)	++	++	++	++	++
Scenario analysis	++	++	+	+	+
Business impact analysis	+	++	+	+	+
Root cause analysis		++	++	++	++
Failure mode effect analysis	++	++	++	++	++
Fault tree analysis	+		++	+	+
Event tree analysis	+	++	+	+	
Cause and consequence analysis	+	++	++	+	+
Cause-and-effect analysis	++	++			
Layer protection analysis (LOPA)	+	++	+	+	
Decision tree		++	++	+	+
Human reliability analysis	++	++	++	++	+
Bow tie analysis		+	++	++	+

Reliability centred maintenance	++	++	++	++	++
Sneak circuit analysis	+				
Markov analysis	+	++			
Monte Carlo simulation					++
Bayesian statistics and Bayes Nets		++			++
FN curves	+	++	++	+	++
Risk indices	+	++	++	+	++
Consequence/probability matrix	++	++	++	++	+
Cost/benefit analysis	+	++	+	+	+
Multi-criteria decision analysis (MCDA)	+	++	+	++	+
+ - može se koristiti ++ - preporučeno Prazno polje – nije primjenjivo					

Tablica 2. 6 Popis metoda za procjenu rizika

2.4.3.1 Analiza utjecaja i posljedica pogrešaka (FMEA)

Analiza utjecaja i posljedica pogrešaka sustavna je metoda kojom se indetificiraju i sprječavaju problemi na proizvodu ili procesu proizvodnje, odnosno prije nastanka proizvoda. Metoda je fokusirana na prevenciju pogrešaka i smanjivanje mogućnosti da se pogreška dogodi. Metoda je jednostavna i prilagodljiva skoro svakom području promatranja nekog problema. FMEA je učinkovita zbog toga što identificira mjere potrebne kako bi se propusi spriječili, uz osiguranje što više profita, kvalitete i pouzdanosti. [8]

Postoje nekoliko vrsta analiza utjecaja i posljedica pogrešaka : [8]

- FMEA sustava
- FMEA dizajna
- FMEA procesa
- FMEA usluge
- FMEA softvera

FMEA (Failure mode and effects analysis) metoda se koristi za identifikaciju načina na koji sustavi i procesi ne ispunjavaju svrhu za koju su namijenjeni i predstavljaju tradicionalnu analizu pouzdanosti. Uz pomoć FME metode se identificiraju [14]:

- greške u komponentama sustava

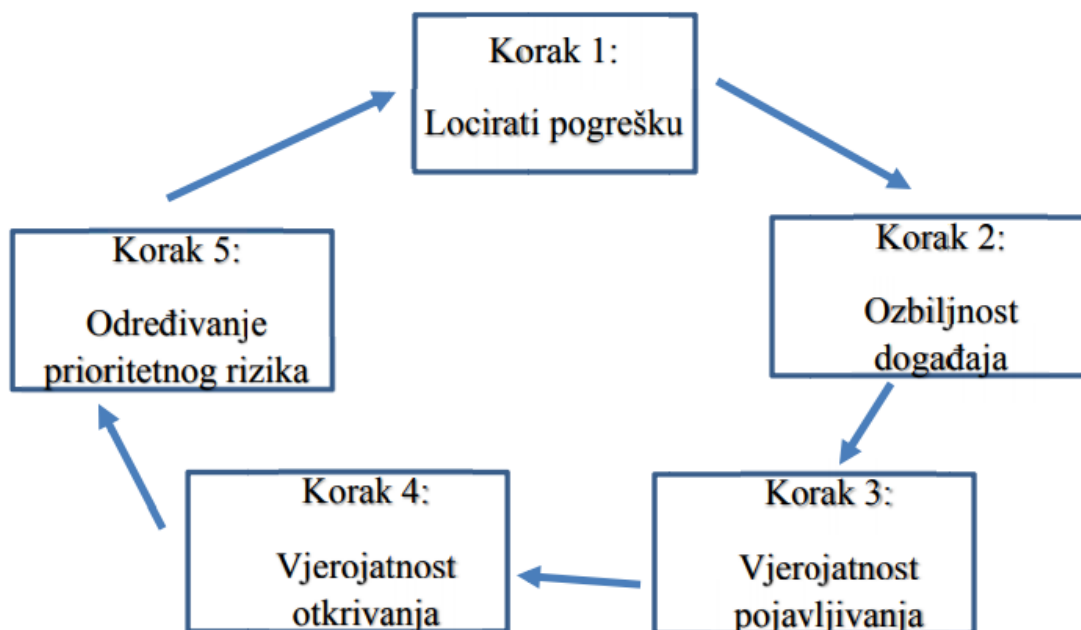
- efekte koje greške izazivaju u sustavu
- mehanizme kvara
- način kako izbjeći greške i kvarove

Metoda je zaživjela u praksi jer omogućuje sistematizaciju potencijalnih opasnosti i rizika sustava, te olakšava procjenu i analizu rizika. Kod FMEA sustavno se pregledavaju i procjenjuju svi mogući potencijalni neželjeni događaji u sustavu, te eventualne posljedice takvih događaja na sustav: [13]

- Sustavno se popisuju i analiziraju sve moguće potencijalne greške, te njihovo potencijalno djelovanje na sustav;
- Određuju se mogući uzroci pogrešaka;
- Ocjenjuju se specifikacije proizvoda ili procedure za nadzor procesa s obzirom na njihove mogućnosti za otkrivanje i prevenciju pogrešaka;
- Kroz procjenu mogućnosti pojave i otkrića pogreške te efekta na klijenta formiraju se prioriteti;
- Uspostave se odgovarajuće dizajnerske i/ili proizvodne ispitne mjere, te se odredi odgovornost za njihovo izvršavanje;
- U skladu s novim procesima korigiraju se identifikacijske i preventivne mjere.

Sustavna priprema za FMEA nameće određene zahtjeve, čije su prednosti vidljive u sljedećem: [13]

- Dobiva se potpuno razumijevanje potencijalnih problema u cilju prevencije grešaka u fazi projektiranja ili u fazi realizacije
- Smanjenje rizika kroz opoziv akcija pomoću praćenja kritičnih greški
- Smanjenje troškova i vremena za naknadne promjene proizvoda i poboljšanje test mjera kroz uštedu u fazama dizajna i planiranja.



Slika 2. 9 FMEA metoda [15]

2.4.3.2 Metoda analize utjecaja na poslovanje (BIA)

Analiza utjecaja na poslovanje (*Business Impact Analysis – BIA*) je proces analiziranja poslovnih procesa i resursa potrebnih za odvijanje poslovnih procesa kojim se identificiraju financijski, operacijski i servisni učinci koji mogu nastati uslijed prekida svakodnevnih poslovnih ili organizacijskih operacija. Cilj BIA je:

- Definirati ključne poslovne procese određene organizacije i vezao za njih utvrditi moguće prijetnje koje nastaju zbog međuovisnosti
- Nedostupnost resursa i drugih utjecaja koji mogu prekinuti uobičajeno odvijanje poslovanja
- Odrediti učinak tih utjecaja na poslovanje ukoliko se dogode.

BIA objašnjava kako određeni poremećaji utječu na poslovanje i identificira te kvantificira ključne upravljačke sposobnosti. Objašnjenja su sljedeća: [14]

- koje su kritičnosti ključnih poslovnih procesa, funkcija, i pripadajućih resursa te njihove ovisnosti
- kako razorni događaji utječu na kritične poslovne ciljeve
- kapacitet i sposobnosti potrebne za upravljanje posljedicama i povrat organizacije
- na zadovoljavajući nivo operativnosti, definira prioritete kritičnih procesa
- dokumentiraju se financijski i operativni utjecaji nakon gubitka kritičnog procesa
- definiraju se sredstva podrške potrebna za identificirane kritične procese.

BIA predstavlja komponentu poslovnog plana organizacije koja za rezultat daje poslovni izvještaj mogućih rizika koji su potencijalno opasni za organizaciju. Glavna pretpostavka je da svaka komponenta organizacije može utjecati na funkcioniranje neke druge komponente ili cijele organizacije. Primjerice, ako u današnje vrijeme dođe do pada komunikacija, odnosno ne mogućnosti pristupa internetu, o kome ovisi skoro svaka organizacija danas ili pak pada informacijskog sustava unutar organizacije, može doći do usporenja poslovanja ili pak potpunog zastoja. No s druge strane ako se organizaciji mora iz nekog razloga zatvoriti postojeća kantina, poslovanje se može nastaviti bez ometanja. [16]

BIA analiza može utvrditi novonastale troškove ako dođe do katastrofe, te ujedno kvantificira važnost pojedinih komponenti i predlaže odgovarajuće raspodjele financijskih sredstava za mjere koje će spriječiti takve događaje. Najčešće se procjenjuje utjecaj katastrofa na sigurnost, financije, poslovni ugled, pravne usklađenosti, osiguranje kvalitete i marketing, te se mora procijeniti vrijeme koje bi bilo potrebno za oporavak. [16]

Iz navedenog Analiza utjecaja na poslovanja obuhvaća slijedeće:

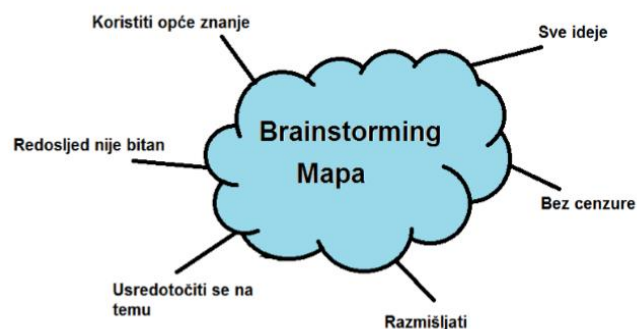
- Identifikaciju poslovnih procesa i klasifikaciju s obzirom na njihovu kritičnost i/ili vitalnost;
- Procjenu rizika vezanih uz pojedine poslovne procese;
- Određivanje prihvatljive razine pojedinih rizika;
- Određivanje prihvatljivog vremena neraspoloživosti pojedinih poslovnih procesa, odnosno vremena u kojem je potrebno obnoviti poslovni proces (Recovery Time Objective – RTO);
- Određivanje vremena (u odnosu na vrijeme početka nepoželjnog i/ili nepredviđenog događaja) od kojeg će organizacija biti u stanju obnoviti podatke (Recovery Point Objective – RPO).

2.4.3.3 Brainstorming

Brainstorming se temelji na tome da različiti ljudi sa različitim iskustvima i znanjima različito pristupaju nekom problemu. Na taj način lako se saznaju razmišljanja različitih ljudi, kao i niz različitih rješenja koja se predlažu. Kao takav je vrlo popularan alat u poslovnom svijetu koji se rabi kako bi se brzo i iznimno kreativno riješio problem, odmičući se od ustaljenih načina razmišljanja i smišljanja nečega možda potpuno novoga i neobičnoga u svrhu poboljšanja proizvoda i usluga.

Brainstorming uključuje stimuliranje i poticanje slobodnog toka razgovora u skupini ljudi raznih znanja radi identifikacije potencijalnih načina pojave posljedice, povezanih opasnosti, rizika, kriterija za donošenje odluka i mogućnosti popravka. No ipak treba poštovati neke korake kako bi se brainstorming proveo uspješno:

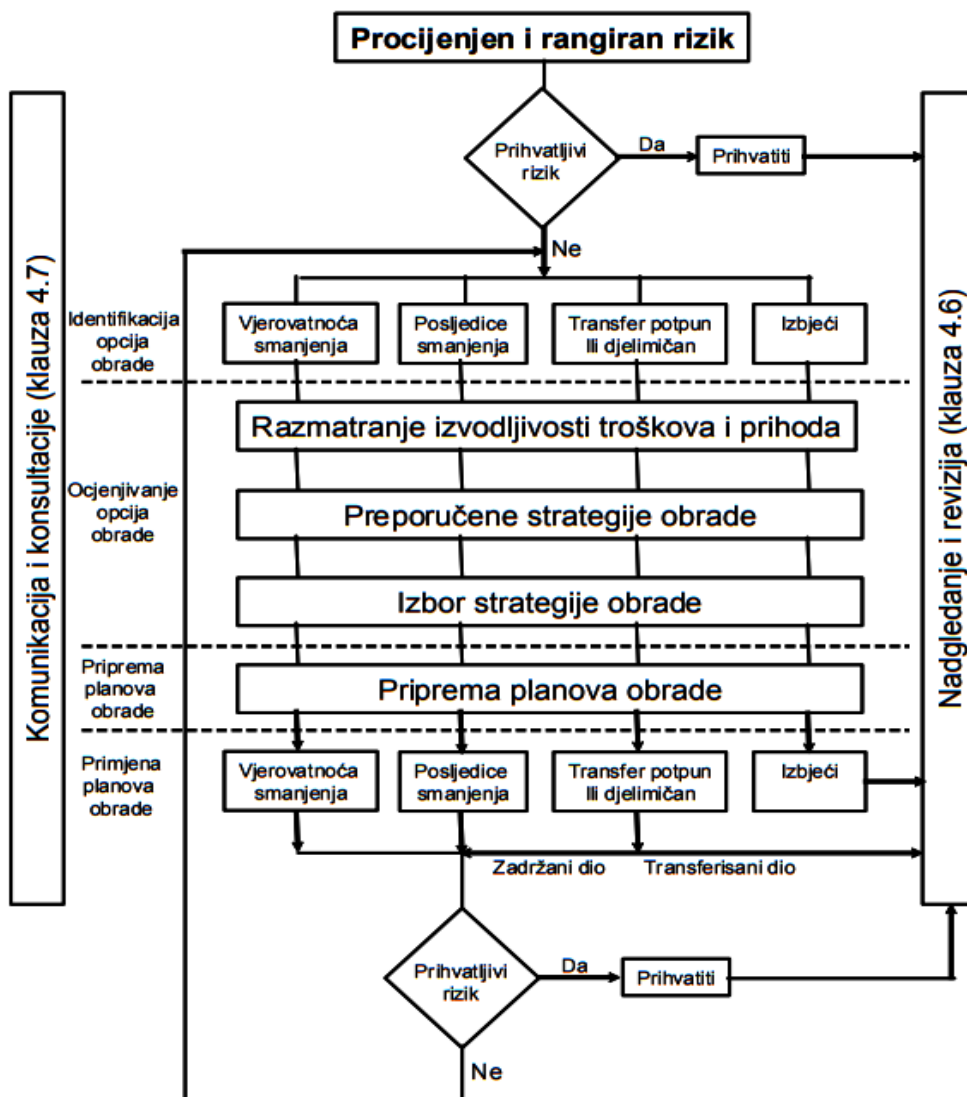
- Jasno definirati problem koji se želi riješiti (ili jednostavnije postaviti konkretno pitanje) i odrediti kriterije koje valja slijediti
- Nabaciti pitanje ili pak samo jednu riječ i tražiti od sudionika da koriste sve moguće asocijacije koje im padnu na pamet
- Održavati sastanak usmjerenim na problem, te pobrinuti se da se jedna misao ne provlači predugo
- Pobrinuti se da nitko ne kritizira ili vrednuje ideje za vrijeme samog brainstorminga. Kritiziranje predstavlja rizik za članove grupe da se počnu suzdržavati od nabacivanja ideja, a upravo je u tome bit cijele ove priče. Kritiziranje guši kreativnost
- Ohrabriti entuzijastične, nekritičke stavove među članovima grupe. Pokušati uključiti u proces svakog pojedinca tako da sudjeluje i razvija ideje, pa čak i najtišeg člana
- Dopustiti članovima tima da se tijekom brainstorminga zabave. Poticati ih da izađu sa što je moguće više ideja, od vrlo praktičnih do najkompliciranijih, i glasno pozdravite kreativnost
- Ljude ohrabriti da se nadovezuju, neka razvijaju tuđe ideje ili pak koristeći ih razviju nove
- Zadužiti jednu osobu da zapisuje svaku ideju koja se nametne tijekom brainstorminga



Slika 2. 10 Brainstormig mapa [14]

2.5 Obrada rizika

Kada smo identificirali i procijenili rizike, sljedeći korak je razmatranje pristupa koji se mogu koristiti u upravljanju rizicima i odabir tehnike koja bi se trebala koristiti za svaki od njih. Taj se postupak zove obrada/tretman rizika. Slika 2.11 pokazuje algoritam kojim je moguće provesti obradu.



Slika 2. 11 Obrada rizika [18]

Tretman rizika predstavlja reakciju organizacije na postojeći rizik. Ako je on malen, tada se može "zanemariti". Ako je velik, tada je potreban odabir jednog ili više alata za modificiranje rizika. On se sastoji od više koraka. Ti koraci su:

- Identificirati opcije obrade, odnosno odabir alata za modificiranje rizika
- Ocjenjivanje opcija obrade
- Priprema planova obrade
- Primjena planova obrade

Postoji veći broj opcija za tretman rizika. Opcije ne isključuju jedna drugu te se mogu kombinirati. Ne postoji jedan pristup koji može otkloniti svaki rizik. Neke od opcija su:

- Izbjegavanje rizika prekidanjem rizične radnje
- Prihvaćanje rizika kako bi se ostvario veći dobitak
- Transfer rizika
- Umanjenje rizika donošenjem promišljene odluke

Izbjegavanje rizika predstavlja najjednostavniji oblik upravljanja rizikom. Organizacija se jednostavno ograđuje od djelatnosti koje su rizične. Primjeri izbjegavanja rizika mogu biti vrlo različiti, no jednostavan primjer može biti kada poduzeće koje se bavi prodajom može odustati od gradnje prodajnog centra na nekom području. Razlog odustajanja može biti nedostatak kupaca na tom području. Zbog nedostataka kupaca, zaključuje se da trgovina ne bi ostvarila dobit koja bi pokrila troškove izgradnje objekta. Slično tome, bolnice i liječnici mogu odbiti izvedbu određenih operativnih zahvata jer su procijenili da je rizik za pacijenta prevelik. Prednost je ta što se organizacija u potpunosti osigurala od gubitaka koji taj rizik može donijeti, ali se također ogradila od toga da možda mogu dobiti dodatnu zaradu.

Transfer rizika je slučaj kada se organizacije odlučuju prebaciti rizike podalje od same organizacije. Proces transfera rizika najčešće se odvija na način da organizacija plati određeni novčani iznos osiguravajućoj kući, u zamjenu za zaštitu od velikih financijskih gubitaka. Na taj način osiguravajuća kuća je obavezna snositi eventualne troškove koji se pojavljuju ostvarenjem rizika. Primjer najčešćeg transfera rizika može se vidjeti kod osiguranja nekretnina. Vlasnik nekretnine plati troškove osiguranja kako bi se zaštitio od troškova koji bi se pojavili ako se ta nekretnina ošteti. Ta vrsta transfera je najčešća pojava zbog toga što su nekretnine najčešće najskuplji elementi organizacije te bi mogle prouzrokovati značajne financijske gubitke u slučaju požara ili neke druge katastrofe. Treba imati na umu također da je i sam transfer rizika po sebi rizik jer sa sobom može povući ogromne financijske ustupe osiguravajućoj kući, a u slučaju krive procjene može biti utrošen novac koji se mogao puno bolje iskoristiti.

Smanjenje rizika je mjera u kojoj organizacija traži načine da se umanje posljedice rizika koji se nikako ne mogu izbjeći. Ta strategija najčešće se primjenjuje kod velikih poduzeća koja su uložila velik novac u određene projekte. Primjer može biti autoindustrija, gdje

prilikom javljanja grešaka u određenoj seriji automobila, proizvođač mora odlučiti između povlačenja cijele serije tog automobila ili podmirenja troškova servisa neispravnih dijelova. Vršiti se analiza troškova svake opcije i tada se odabire ona koja snosi manje troškove za proizvođača. Drugi primjer možemo uočiti kod razvoja računalnih programa. Prije početka prodaje, proizvođači besplatno nude testiranje programa. Na taj način potrošači mogu isprobati proizvod i dojaviti moguće greške. Greške se tada ispravljaju i u prodaju se pušta testirani proizvod.

Prihvaćanje rizika oblik je upravljanja rizikom kada organizacije prihvaćaju rizik koji dolazi uz određene proizvode, jer je očekivani profit koji proizvod nosi značajno veći od prihvaćenog rizika. Primjer prihvaćanja rizika možemo vidjeti u farmaceutskoj industriji. Razvoj i testiranje novog lijeka veoma je skup proces, ali farmaceutske tvrtke prihvaćaju taj rizik zbog toga što je profit koji razvijeni lijek donosi višestruko veći od troškova koje donosi njegov razvoj.

Izbor metode za umanjivanje rizika potraga je za ravnotežom između troškova koje metoda predstavlja i dobitaka koje ona može donijeti. Danas najčešće korištene metode su kontrola rizika i financiranje rizika. Kontrola rizika je minimiziranje posljedica koje rizik može uzrokovati, te poduzimanje svih potrebnih koraka kako bi se realizacija rizika održala „pod kontrolom“. Financiranje rizika je raspodjela financijskih sredstava kako bi se u slučaju realizacije rizika osigurala raspoloživa sredstva kojima bi se pokrili eventualni gubici i za saniranje nastale štete. Bitno je da odabrana metoda za krajnji rezultat mora imati određeni profit organizaciji i napredak. Bitno je upoznati sve odgovorne osobe u organizaciji sa provedenim metodama i sa njihovim mogućim posljedicama. Već samo upravljanje rizikom može predstavljati, a u stvarnosti i predstavlja, rizik. Najveći rizik je neuspjeh provedene metode, odnosno da primijenjena metoda ne da željene rezultate. Zbog toga izuzetno je bitno da se tijekom provođenja metode vrši nadzor kako bi se u svakom trenutku znao ostvareni napredak ili pak uzrok neuspjeha metode.

2.6 Nadzor i preispitivanje

Nadzor i preispitivanje moraju biti planirani dio procesa upravljanja rizikom. Provjere mogu biti u redovnim vremenskim razmacima te nenadane. Odgovornosti prilikom nadzora moraju se jasno definirati, a sam proces mora obuhvatiti cjelokupan proces upravljanja rizikom. Taj proces se vrši kako bi se: [12]

- Osigurala efektivnost provedbe procesa
- Priskrbili novi podaci bitni za daljnji razvoj procesa upravljanja rizikom
- Vršila analiza sustava
- Otkrile promjene unutrašnjih i vanjskih faktora
- Identificirali novi rizici

Rezultati nadzora i preispitivanja se skupljaju i izlažu pred odgovornim osobama. Koriste se kako bi se vršilo ocjenjivanje cjelokupnog procesa.

Sve aktivnosti koje su se vršile prilikom upravljanja rizikom moraju se dokumentirati. Ti zapisi pružaju glavni alat za daljnji razvoj samog procesa i otkrivanje eventualnih grešaka unutar njega. Prilikom vođenja dokumentacije bitno je obratiti pažnju na sljedeće faktore: [12]

- Informacije mogu biti povjerljive
- Do informacija se mora doći na zakonit način
- Spremanje podataka donosi određene troškove
- Postoji određen vremenski period u kojem su informacije bitne
- Organizacija mora konstantno učiti i napredovati

3. Primjena Monte Carlo simulacije

Monte Carlo simulacija biti će predmet razmatranja ovog poglavlja. Biti će opisana Monte Carlo simulacija te prikazana dva primjera korištenja Monte Carlo simulacije.

3.1 Općenito o Monte Carlo metodi

Naziv Monte Carlo odnosi se na široki spektar matematičkih modela i algoritama čija je glavna značajka upotreba slučajnih brojeva u rješavanju različitih problema. Najčešće je riječ o matematičkim problemima čija se rješenja ne mogu odrediti analitički ili za to ne postoje učinkoviti numerički algoritmi. Uz to, često se koriste i za provjeru rezultata dobivenih analitičkim ili drugim metodama. Zbog velikog broja matematičkih operacija i ponavljanja, Monte Carlo metode ulaze u široku upotrebu tek s naglim razvojem računala u posljednjim desetljećima dvadesetog stoljeća. Općenito govoreći, da bi se nešto prozvalo Monte Carlo eksperimentom, dovoljno je koristiti nasumične brojeve da bi se ispitali mogući rezultati eksperimenta. [19]

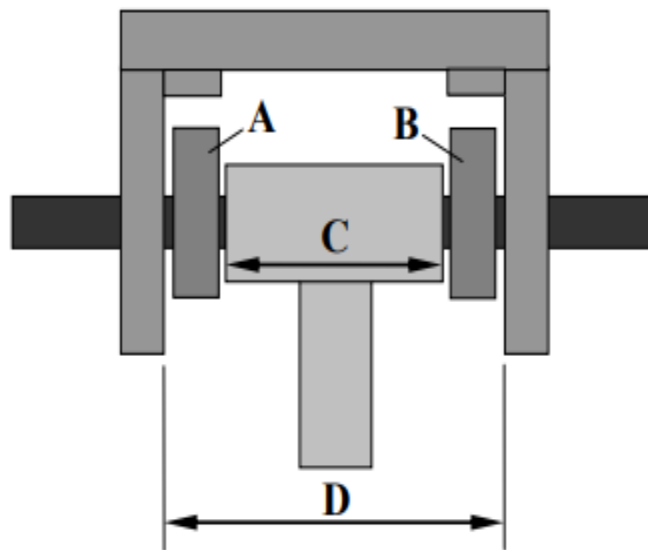
Samo ime Monte Carlo uveli su Stanislaw Ulam, John von Neumann i Nicholas Metropolis 1946. godine, iako je ta ideja bila poznata i ranije. Enrico Fermi upotrijebio je slične metode 1930. godine kako bi odredio svojstva tada tek otkrivenog neutrona. Američka vojska koristila ih je intenzivno 40-ih i 50-ih godina prilikom razvoja nuklearne, a zatim i hidrogenske bombe, unatoč vrlo ograničenoj snazi tadašnjih računala. Tek nakon pojave elektroničkih računala počinje detaljno proučavanje Monte Carlo metoda. Danas su u upotrebi u različitim područjima znanosti: od numeričke matematike, fizikalne kemije i statističke fizike, sve do razvoja poluvodiča, računalne grafike i financija. [19]

Svaki matematički model u Monte Carlu odvija se po istom uzorku:

- Odrediti domenulaznih podataka
- Generirati ulazne podatke nasumično iz domene
- Izvesti determinističku računicu koristeći ulazne podatke
- Pronaći srednju vrijednost svake pojedine računice

3.2 Primjena Monte Carlo simulacije: Primjer 1

Poduzeće XY želi saznati koje su to optimalne vrijednosti tolerancija u sklapanju zgloba sa slike 3.1. Zglob se sastoji od 4 dijela. Ako su tolerancije dijelova A, B i C suviše velike, odnosno $(A+B+C)$ veće od vrijednosti dijela D, postupak montaže takvih dijelova se ne može izvršiti jer zazor tada ima negativnu vrijednost, pa se takvi dijelovi ubrajaju u kategoriju nezavršene proizvodnje. Cilj je da sa Monte Carlo metodom utvrdimo koji je to postotak nedovršenih dijelova sa zadanim tolerancijama.



Slika 3. 1 Sklop proizvoda

U poduzeću se planira da se tokom godine izradi 60000 ovakvih zglobova, što znači 5000 komada mjesečno. Obzirom na činjenicu da ne postoje identično izrađeni dijelovi, u toku montaže se javlja i određen broj komada nezavršene proizvodnje. Nezavršena proizvodnja predstavlja gubitak za poduzeće jer takvi dijelovi nemaju ekonomsku vrijednost, a sa druge strane stvaraju potrebu da se pokrene dodatna proizvodnja u cilju dopune planirane stope proizvodnje. U konačnom modelu poduzeća XY su:

- Ulaz (input): vrijednosti tolerancija A, B, C i D
- Izlaz (output): R-rezultirajuće tolerancije, I-broj komada nedovršene proizvodnje

Iz navedenog će vrijediti: $R=D-(A+B+C)$, $R>0$ da bi dio bilo moguće sastaviti.

Simulacija će se izvršiti u programu EXCEL, iako bi bilo moguće izvršiti sa jako puno statističkih podataka, kao što je Minitab.

3.2.1 Generiranje slučajnih ulaza

Ulazne veličine za formiranje ovog modela su vrijednosti za veličine dijelova A, B, C i D. Kako je riječ o dijelovima koji se proizvode sa određenim zadanim tolerancijama (min, max), najpogodnije je koristiti uniformu raspodjelu za prikazivanje vrijednosti tolerancija ulaznih veličina. Vrijednosti a ulazne veličine date su u tablici 3.1.

ULAZNE VELIČINE			
SASTAVNI DIO	NOMINALNA VRIJEDNOST (cm)	MIN	MAX
A	3	2.95	3.05
B	3	2.95	3.05
C	25	24.50	25.50
D	32	31.00	33.00

Tablica 3. 1 Vrijednosti ulaznih veličina

Slučajne varijable za savku pojedini sastavni dio (A, B, C i D) generirat ćemo pomoću funkcije „RADN“ unutar EXCELA. Prikaz slučajnih varijabli prikazan je u tablici 3.2.

Formula u EXCELU za ovaj slučaj bi glasila :

- Za A i B: „= RAND()*0.1-0.05 + (NOMINALNA VRIJEDNOST)“
- Za C = „= RAND()-0.5+ (NOMINALNA VRIJEDNOST)“
- Za D= „=(RAND()*2-1)+ (NOMINALNA VRIJEDNOST)“

ULAZNE VELIČINE (input)					IZLAZ(output)	
RB	A	B	C	D	R	I
1	2.99	2.99	25.14	32.80	1.69	334
2	3.05	3.03	25.23	31.03	-0.28	
3	3.01	3.02	24.54	32.58	2.02	
4	2.98	3.03	25.38	32.50	1.11	
5	3.02	2.99	24.74	31.16	0.42	
6	2.98	2.98	24.50	32.03	1.56	
7	2.99	3.00	25.11	31.32	0.22	
8	3.02	3.05	24.53	31.17	0.58	
9	2.98	2.99	25.30	31.85	0.58	
10	2.97	3.00	24.57	31.29	0.74	
11	3.02	3.03	24.74	31.22	0.42	
12	3.02	3.01	25.36	31.05	-0.34	
13	2.95	2.96	24.74	31.24	0.59	
14	3.00	2.98	24.91	32.80	1.91	
15	2.99	3.02	25.34	32.72	1.36	
16	3.01	3.00	25.31	31.32	0.00	
17	2.97	3.02	24.56	31.82	1.28	
18	3.05	2.98	24.57	32.71	2.12	
19	2.96	3.03	25.07	32.76	1.70	
20	3.02	3.00	24.72	31.26	0.51	
21	2.97	3.00	25.10	31.77	0.69	
22	2.99	2.99	24.59	31.36	0.78	
23	3.04	3.04	24.97	31.38	0.33	
24	2.97	2.99	25.44	31.50	0.10	

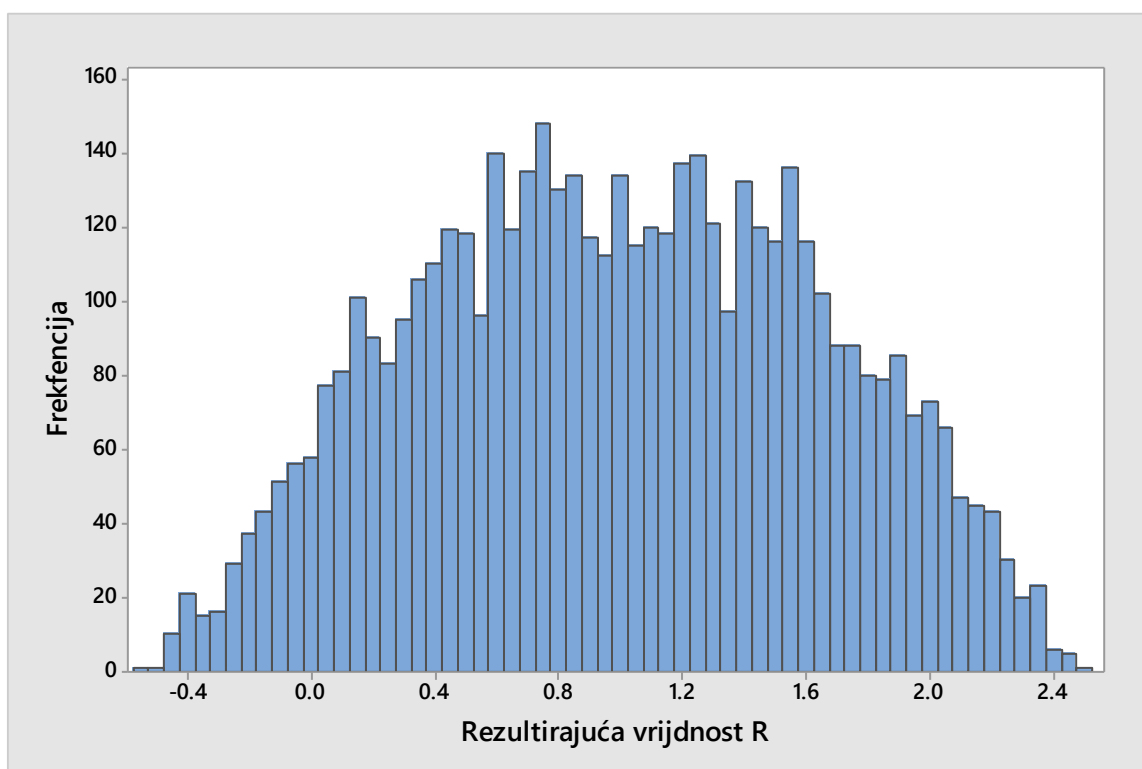
Tablica 3. 2 Tablica nasumično generiranih tolerancija

Funkcija RAND() daje slučajno generirane brojeve vrijednosti između 0 i 1. Kako bismo dobili vrijednosti koje nama trebaju, malo smo morali modificirati jednadžbu. Modifikacija je jednostavna, a ostvaruje se na način da slučajni generirani interval smanjimo na vrijednost koja je jednaka razlici maksimalne i minimalne tolerancije, što je „=RAND()*(širina intervala)“. Toj vrijednosti dodamo nominalnu vrijednost, pri čemu bi jednadžba izgledala: „=RAND()*(širina intervala)+(nominalna vrijednost)“. U ovoj situaciji generirani brojevi bili bi unutar intervala „(nominalne vrijednosti) + (širina intervala)“, a da to riješimo jednostavno oduzmemo polovinu širine intervala ud te vrijednosti čime dobivamo: „=RAND()*(širina intervala)-(širina intervala/2)+(nominalna vrijednost)“.

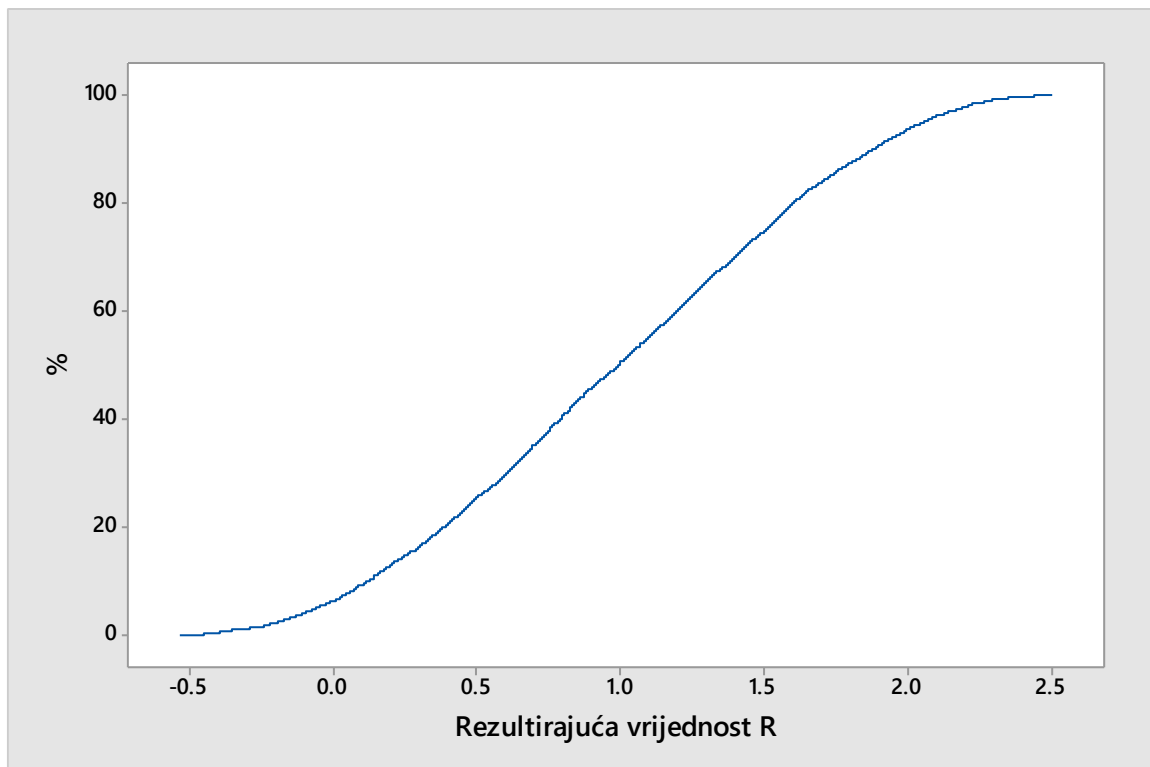
Kako bismo iz nasumično generiranih vrijednosti odredili koliko je to dijelova koji se ne mogu sastaviti, trebamo prebrojati sve vrijednosti $R (R=D-(A+B+C)) < 0$. To se u Excelu vrlo jednostavno može postići sa funkcijom „=countif((Interval OD:DO),<0)“.

3.2.2. Analiza podataka

Za analizu podatka koristiti će se program Minitab. Prvo ćemo prikazati Histogram koji sadrži podatke o vrijednosti R, frekvencije zajedno sa kumulativnim histogramom.



Slika 3. 2 Histogram frekvencija-rezultirajuća vrijednost R



Slika 3. 3 Kumulativni histogram za rezultirajuću vrijednost

Iz histograma se može vidjeti sljedeće:

- u većini slučajeva zazor je veći od 0, stoga se montaža i sam proces proizvodnje mogu realizirati
- veličina zazora varira između vrijednosti -0.6 i 2.6
- Raspodjela slična normalnoj, ali ekstremnih vrijednosti u centralnoj dijelu
- iz kumulativnog histograma možemo očitati za vrijednost $R=0$ postotak dijelova nezavršene proizvodnje, a u ovom konkretnom slučaju koji je zadan očitana vrijednost iznosi 6,34%.

Ako pretočimo to na cijelu godinu, možemo vidjeti koliko iznosi postotak neispravnih dijelova za cijelu seriju od 60000 komada, te koliko bi trebalo napraviti novih proizvoda da bi se zadovoljili ciljevi. U tablici 3.3 prikazana je količina nezavršene proizvodnje za cijelu godinu po mjesecima i ukupna krajnja vrijednost.

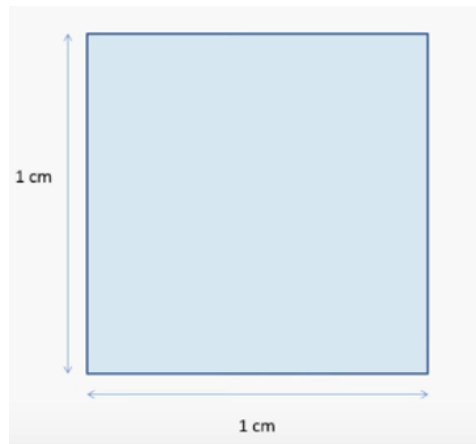
NEZAVRŠENA PROIZVODNJA		
ITERACIJE (MJESEC)		%
SIJEČANJ	317	6.34%
VELJAČA	304	6.08%
OŽUJAK	303	6.06%
TRAVANJ	307	6.14%
SVIBANJ	364	7.28%
LIPANJ	323	6.46%
SRPANJ	323	6.46%
KOLOVOZ	293	5.86%
RUJAN	333	6.66%
LISTOPAD	307	6.14%
STUDENI	281	5.62%
PROSINAC	325	6.50%
Godišnje neispravni:	3780	6.30%

Tablica 3. 3 Nezavršena proizvodnja tokom godine

Iz ovako dobivenih rezultata može se izračunati koliki bi gubici u novčanim jedinicama za slučaj proizvodnje sa ovakvim parametrima. Sa ovako dobivenim rezultatima organizacija može odrediti kako će dalje teći poslovanje. Ovo je trivijalan primjer, ali dovoljno slikovito može dočarati kako Monte Carlo simulacija funkcionira, te kako se pomoću nje mogu procijeniti situacije u kojima se nalazimo.

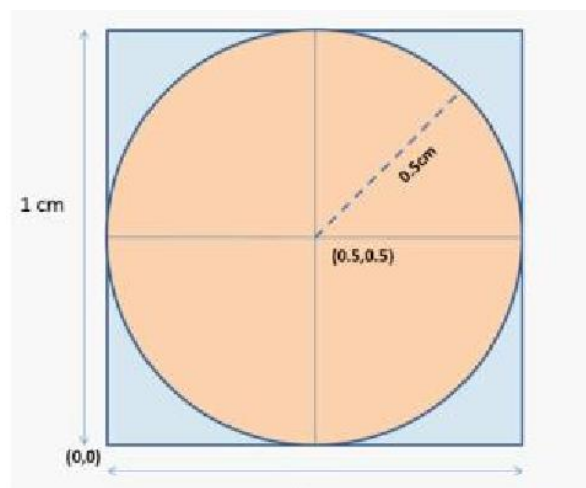
3.3 Primjena Monte Carlo simulacije: Primjer 2

U ovom primjeru izračunata je vrijednost π (π) parametra. π je matematička konstanta koja se danas primjenjuje u matematici i fizici. Definira se kao odnos opsega i promjera kruga. Ako imamo krug i područje oko kruga, možemo lako izračunati vrijednost parametra π . Na Slici 3.3 je prikazan kvadrat stranica 1 cm te površine 1 cm².



Slika 3. 4 Kvadrat stranice 1cm x 1cm

Unutar tog kvadrata ima 10.000 točaka promjera 1 mm koji prekrivaju cijelu površinu. Koristeći kvadrat izračunat će se površina kruga koji može biti upisan unutar tog kvadrata. Na Slici 3.4 je prikazan upisani krug unutar kvadrata.



Slika 3. 5 Upisana kružnica unutar kvadrata

Krug koji je upisan unutar kvadrata ima promjer 1 cm, što je dužina jedne stranice kvadrata. Središte kružnice nalazi se na istom mjestu središta kvadrata, na koordinati (0,5 , 0,5). Radijus kružnice jednak je polovici dužine stranice kvadrata i iznosi 0,5 cm.

Izračun je rađen u programu Excel primjenom Monte Carlo simulacije. Prvi korak je bio generiranje 10.000 točaka koje se nalaze unutar kvadrata stranica 1 cm.

RN	X	Y	Udaljenost od centr
1	0.077353	0.430396	0.4283400
2	0.066923	0.566071	0.4380877
3	0.752229	0.432433	0.2611221
4	0.8676	0.116625	0.5311370
5	0.786721	0.978596	0.5579094
6	0.983834	0.023066	0.6793836
7	0.507352	0.113179	0.3868910
8	0.343234	0.292577	0.2599998
9	0.912025	0.301956	0.4571500
10	0.782515	0.139196	0.4582517
11	0.151536	0.566118	0.3546810
12	0.646569	0.78179	0.3176288
13	0.610739	0.15154	0.3656333
14	0.900806	0.435341	0.4059878
15	0.607072	0.3683	0.1697332
16	0.963734	0.867838	0.5919069
17	0.230495	0.236646	0.3768136
18	0.568637	0.593215	0.1157589
19	0.732008	0.171672	0.4020283
20	0.58975	0.765557	0.2803133
21	0.653846	0.005018	0.5183397
22	0.836457	0.865851	0.4970417

Tablica 3. 4 Slučajno dobivene točke

Sljedeći korak je izračunavanje udaljenosti točke od centra kruga. Za to je korištena funkcija „SQRT“. Jednadžba glasi:

$$„=SQRT((0,5-[@X])^2+(0,5-[@Y])^2)“$$

Iz dobivenih udaljenosti sada određujemo koliko je točaka unutar kruga, a to je veoma jednostavno, sve što trebamo napraviti je izbrojati koje su to točke koje se nalaze na udaljenosti koje su manje ili jednake radijusu kružnice koji u ovom slučaju iznosi $r=0,5$ cm. Sve što trebamo je iskoristiti jednadžbu:

„=countif([udaljenost od centra];“<=0,5)“

Nakon toga potrebno je odrediti površinu kruga koje te točke zauzimaju. Jednadžba koju će se koristiti glasi:

„površina kruga = (točke unutar kruga)/(ukupan broj točaka)*(površina točke)

Nakon dobivenog iznosa površine, Pi parametar će se računati na sljedeći način:

„Pi = (površina kruga)/(r^0,5)“

Tablica 3.5 daje nam sljedeće rezultate simulacije.

Koliko ih je unutar kruga:	7873
Površina kruga:	0.7873
Pi parametar:	3.1492

Tablica 3. 5 Rezultati simulacije za 2. primjer

4. Zaključak

Bogatstvo normi koje opisuju kako se upravlja rizicima, metodama upravljanja, te metodama procjene rizika pokazuje da je upravljanje rizicima uz osiguranje kvalitete jako značajna disciplina koju nikako ne bi trebalo zanemariti. Upravljanje rizicima je trenutno u razvoju i tek se razvijaju neki standardni modeli za općenito rješavanje problema sa kojima se možemo susretati u poslovanju. Do toga će vrlo vjerojatno proći još dosta vremena da dobijemo neke jednostavne programske pakete koji će nam na jednostavan način moći procijeniti određene stvari koje nas zanimaju, no bez obzira na to, postoji mnoštvo alata koji nam mogu pomoći u rješavanju problema kada je u pitanju rizik, no za to je potrebno određeno znanje i iskustvo. U ovom završnom radu pokazali smo jednostavnu primjenjivost Monte Carlo metode na jedan fiktivan proces proizvodnje, te dobivene rezultate koji bi se daljnjom obradom mogli pretvoriti u jasan pokazatelj u kojem smjeru bi poslovanje kretalo ako bi se prihvatili parametri koji su simulacijom dobiveni. Simulacija je veoma jednostavna za provesti, te na taj način kompanije na jednostavan način mogu procijeniti rizik te na taj način odlučiti što dalje. Pokazali smo još jedan primjer simulacije na izračunu Π vrijednosti, i kao što se može vidjeti, Π parametar ne odstupa puno od vrijednosti od koje on stvarno iznosi, a rezultat je točniji što je više točaka u obradi.

5. Literatura

- [1] Martina Novak, Diplomski rad, Kvaliteta kao konkurentska prednost u poduzetništvu i gospodarstvu, Fakultet ekonomije i turizma „Dr. Mijo Mirković“, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli http://eknjiznica.unipu.hr/2988/1/2013_228.pdf (20.09.2017.)
- [2] Hrvatski zavod za norme <http://www.hzn.hr/default.aspx?id=34> (20.09.2017.)
- [3] <http://www.sklad-savjetovanje.hr/docs/STO%20JE%20TO%20ISO%209001.pdf> (20.09.2017.)
- [4] <http://www.craftechcorp.com/blog/topic/iso-9000> (20.09.2017.)
- [5] <http://www.supera-kvaliteta.hr/component/content/article/5-iso/338-promjene-u-iso-90012015-u-odnosu-na-iso-90012008.html>
- [6] Hrvatska norma HRN EN ISO 9001:2015, Šesto izdanje, travanj 2016 (20.09.2017.)
- [7] <http://www.hdkvaliteta.hr/file/articleDocument/documentFile/zdenko-adelsberger-upravljanje-rizicima-prema-iso-31000.pdf> (20.09.2017.)
- [8] Krešimir Buntak, Ivana Droždek, Marijana Koščak, METODOLOGIJA IMPLEMENTACIJE UPRAVLJANJA RIZICIMA FMEA METODOM, Tehnički glasnik 8, 1(2014)
https://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwiv7oS5_6vWAhXELhoKHcAPA4oQFgg4MAI&url=https%3A%2F%2Fhrcak.srce.hr%2Ffile%2F177628&usq=AFQjCNGHEuHBEFyMtpTLaDdv88VE_8TdPw (20.09.2017.)
- [9] <http://www.cqm.rs/2010/pdf/37/01.pdf> (20.09.2017.)
- [10] <http://www.infigo.hr/files/INFIGO-MD-2006-06-01-RiskAsses.pdf> (20.09.2017.)
- [11] https://bib.irb.hr/datoteka/720635.Bartulovic_Dovreni_diplomski_rad_2012.pdf (20.09.2017.)
- [12] <https://dr.nsk.hr/islandora/object/unin%3A1148/datastream/PDF/view> (20.09.2017.)
- [13] https://bib.irb.hr/datoteka/520678.9_Odrivi_uspjeh_i_upravljanje_rizicima_poslovanja.pdf (20.09.2017.)
- [14] Ivo Ritz; Metode upravljanja rizicima po standardu ISO 31010, BCM Adriatic, 2013 (20.09.2017.)

- [15] Tamara Topić, Davor Kožuh, Vladimir Bralić, Primjena FMEA metode pri izradi analize rizika djelatnosti vezanih uz ionizirajuće zračenje, identifikacije mogućih izvanrednih događaja i evaluacije stupnja rizika https://bib.irb.hr/datoteka/642276.DKU_Topic.pdf (20.09.2017.)
- [16] <http://searchstorage.techtarget.com/definition/business-impact-analysis> (20.09.2017.)
- [17] <https://burza.com.hr/portal/sto-je-brainstorming/1407>
- [18] <http://www.atex.ba/extern/documents/ex-tribine/2012/tema4/401%20-%20Delic,%20Sisic%20-%20Upravljanje%20rizicima%20kao%20standardiziran.pdf> (20.09.2017.)
- [19] Marko Posavec, Stručni članak: Monte Carlo metoda, iSite, 4. korisnička konferencija